Pr 1170

Nouvelle Série Tome III, N° 4 MARS 1958

REVUE ALGOLOGIQUE

— FONDÉE EN 1922 —

Par P. ALLORGE et G. HAMEL

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
LABORATOIRE DE CRYPTOGAMIE
12, RUE DE BUFFON — PARIS V.

Publié avec le concours du Centre National de la Recherche Scientifique

Paraissant quatre fois par an.

BIBL

EDITIONS DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

■

I. — PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

BULLETIN SIGNALÉTIQUE

Le Centre de Documentation du C.N.R.S. publie un « Bulletin signalétique » dans lequel sont signalés par de courts extraits classés par matières tous les travaux scientifiques, techniques et philosophiques, publiés dans le monde entier.

Le Centre de Documentation du C.N.R.S. fournit également la reproduction sur microfilm ou sur papier des articles signalés dans le « Bulletin signalétique » ou des articles dont la référence bibliographique précise lui est fournie.

ABONNEMENT ANNUEL

(*y compris table générale des auteurs*).

2e *Partie* (biologie, physiologie, zoologie, agriculture) :

France	6.500 Fr.
Etranger	7.500 Fr.

Tirages à part 2e Partie.

Section IX. — Biochimie, biophysique, sciences pharmacologiques, toxicologie :

France	2.000 Fr.
Etranger	2.200 Fr.

Section X. — Microbiologie, virus et bactériophages, immunologie :

France	1.300 Fr.
Etranger	1.450 Fr.

Section XI. — Biologie animale, génétique, biologie végétale :

France	3.650 Fr.
Etranger	4.050 Fr.

Section XII. — Agriculture, aliments et industries alimentaires :

France	1.150 Fr.
Etranger	1.450 Fr.

ABONNEMENT AU CENTRE DE DOCUMENTATION DU C.N.R.S.
16, rue Pierre-Curie, PARIS-5e
C.C.P. Paris 9131-62, Tél. DANton 87-20

Nouvelle Série. Tome III, Fasc. 4. Mars 1958

REVUE ALGOLOGIQUE

DIRECTEURS :

P. BOURRELLY et ROB. LAMI

SOMMAIRE

P. DEMALSY. — Monstruosités nouvelles dans le genre *Alaria* (Phaeophyceae) 175

S. DAO. — Recherches caryologiques chez le *Neomeris annulata* Dickie 192

L. WALTER-LÉVY, R. FRÉCAUT et R. STRAUSS. — Contribution à l'étude de la zone littorale des îles Baléares. Biologie et chimie des Algues calcaires. Formes du relief qui leur sont liées 202

NOTULES ALGOLOGIQUES

K. BEHRE. — Métaphyton et Plocon 229

BIBLIOGRAPHIE 231

BIBL

Monstruosités nouvelles dans le genre Alaria (Phaeophyceae)

Par Paul DEMALSY.

■

L'examen de matériel d'*Alaria esculenta* Grev., destiné à un travail cytologique encore en cours, nous a fait rencontrer un certain nombre de formes anormales, nouvelles pour le genre.

Le matériel a été récolté pendant plusieurs séjours à la Station de Biologie Marine de Roscoff. Nous remercions le Directeur de cet Institut, le Professeur G. Teissier, et le Sous-Directeur, le Professeur P. Drach, pour l'hospitalité et les facilités de travail qu'ils nous ont procurées au cours d'un voyage d'études effectué avec l'aide de la Fondation Universitaire et pendant notre mandat d'Aspirant du Fonds National de la Recherche Scientifique.

Les récoltes examinées proviennent de différentes localités de la côte du Finistère, principalement des Cochons-Noirs, rochers isolés dans la Baie de Morlaix, et des Grèves Saint-Michel à Plouguerneau, ainsi que des Pointes de Primel et de Beuzic. Les exemplaires anormaux, au nombre de 7, sont tous originaires de la station des Cochons-Noirs et, pour la plupart, ils furent recueillis en janvier 1955; les récoltes de mai et juin ne nous ont fourni que deux spécimens aberrants. Environ 75 plantes adultes ont été examinées. Aucune anomalie ne fut trouvée sur les plantules de l'année 1955, dont quelque 250 exemplaires de toute taille furent récoltés en mai et juin à Plouguerneau et aux Cochons-Noirs. Nous adressons nos vifs remerciements au Professeur J. Feldmann, spécialiste de la flore algologique des environs de Roscoff, qui nous a fourni d'utiles indications pour nos récoltes.

Grâce à l'amabilité du Dr P. Bourrelly, Sous-Directeur au Muséum, que nous tenons à assurer de notre gratitude, nous avons également pu examiner les spécimens d'*Alaria* de l'Herbarium du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris; nous n'y avons toutefois trouvé que des spécimens normaux. Nos investigations dans les collections algologiques de l'Herbier du Jardin Botanique de l'Etat à Bruxelles n'ont pas donné de plus heureux résultats.

Nos observations ont été terminées au Laboratoire de Botanique et de Cytologie de l'Institut Carnoy à Louvain. Nous remercions très cordialement son Directeur, le Professeur P. Martens, d'avoir mis à notre disposition l'équipement nécessaire à l'achèvement de ce travail.

*DESCRIPTION SOMMAIRE D'UN EXEMPLAIRE NORMAL D'*ALARIA ESCULENTA

1. — Organographie.

La plante est constituée d'un stipe cylindrique ou légèrement aplati dans sa partie supérieure. A sa base, sont insérés des haptères ramifiés. Le stipe se prolonge dans la fronde par une nervure aplatie, portant une lame foliacée à chaque extrémité de son plus grand diamètre (fig. 1, 1).

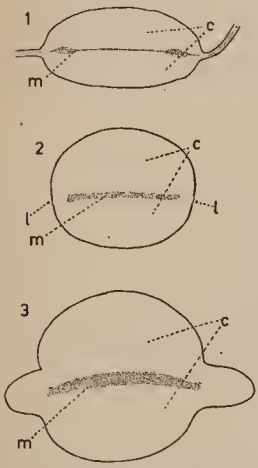


Fig. 1. — Structure d'un thalle normal, expliquée par des coupes transversales à différents niveaux (m : moelle (en pointillé); 1 : ligne jaune dans la zone stipo-frondale; c : cortex, plus loin, en noir lorsqu'il s'agit de massifs isolés dans la moelle; × 13. — 1. Fronde : coupe transversale de la nervure et de la base des deux expansions foliacées. — 2. Zone stipo-frondale. — 3. Niveau des sporophylles : stipe et insertion des sporophylles.

Les sporophylles, appendices contenant les organes reproducteurs, sont insérés sur une file au sommet du stipe. Ils se développent de façon acropète et dans le même plan que les ailes de la nervure (fig. I, 3).

Entre la base de la fronde et le sommet du stipe, se situe la zone de croissance intercalaire. Nous avons constaté que cette zone de croissance, appelée aussi zone stipo-frondale, est traversée de haut en bas par deux minces lignes jaunes, tranchant nettement sur la couleur brune du thalle (fig. I, 2). Chacune de ces lignes relie la lame décurrente de la fronde à la rangée de sporophylles située du même côté.

2. — Structure interne.

Tout le thalle est recouvert par le *méristoderme* : tissu constitué généralement d'une seule assise de cellules très riches en plastes. Le méristoderme recouvre le *cortex*, subdivisé en cortex externe et cortex interne, et comprenant de nombreuses assises de cellules à paroi épaissie, disposées en files longitudinales. Vient enfin la *moelle*, formée d'un enchevêtre-

Source MNHN Paris

ment d'hyphes orientées dans toutes les directions; dans le stipe, sous le niveau des sporophylles, elle forme un cylindre plus ou moins aplati tandis que dans la nervure (fig. I, 1), elle se présente sous la forme d'une lame mince, située dans le plan des ailes et élargie en fer de lance à ses extrémités.

Les mêmes tissus se retrouvent dans les ailes mais avec une épaisseur beaucoup plus réduite. Dans cette partie du thalle, les cellules corticales et médullaires sont orientées presque perpendiculairement à la nervure.

FORMES ANORMALES DÉJA CONNUES DANS L'ORDRE DES LAMINAIRES

Chez les Laminariales et, en particulier, dans le genre *Laminaria*, on connaît des anomalies variées. Elles peuvent être groupées en 3 catégories et, dans quelques cas seulement, leurs causes ont pu être déterminées :

1. Torsion en spirale du stipe. La présence d'une Phéophycée endophyte : *Streblonema deformans* (Dang.) Hamel dans les tissus du stipe de *Laminaria digitata* (L.) Lam. suscite une irrégularité de croissance de ce dernier et sa torsion en spirale (Dangeard, 1931).

2. Bifurcation ou ramification latérale du stipe. Setchell (1905) a expliqué certains cas de bifurcation du stipe par une régénération restaurative, consécutive à un traumatisme de la zone stipo-frondale. D'après Sauvageau (1918), certains cas de bifurcation latérale du stipe ne pourraient cependant être attribués à une lésion.

3. Dédoublement partiel de la lame. Il ne semble résulter ni d'une blessure ni de l'action d'un parasite; son origine est encore inconnue (1).

Dans les Alariacées, on a signalé des cas tératologiques analogues qui présentent un intérêt particulier en raison de la structure plus complexe de ces algues : présence d'une nervure médiane dans la fronde et de sporophylles sur le stipe. Dans sa monographie du genre *Alaria*, Yendo (1919) décrit 15 espèces (plus 5 douteuses) et signale des anomalies dans 4 d'entre elles. Ce sont :

(1) Dans quelques récoltes de Laminaires, M.-J. Demalsy et l'auteur ont retrouvé récemment ces 3 types d'anomalies chez *Laminaria digitata*.

A Plouguerneau (1955), ils ont récolté un thalle dont la fronde portait, depuis la zone stipo-frondale, une crête perpendiculaire à la fronde et située presqu'au milieu de cette dernière; sa hauteur égalait environ la moitié de la largeur de la fronde.

Aux Cochons-Noirs, en 1955, ils ont trouvé un stipe bifurqué dont les deux bifurcations portaient une fronde également développée.

Enfin, en 1956, ils ont trouvé à Wimereux (Pas-de-Calais), une épave présentant une torsion spiralée du stipe immédiatement au-dessous de la zone stipo-frondale.

— insertion de deux lames d'un même côté de la nervure chez *A. taeniata* Kjellm.

— ramification du stipe chez *A. lanceolata* Kjellm et *A. praelonga* Kjellm; chez ces deux espèces, elle se produirait fréquemment dans la partie du stipe portant les sporophylles. Semblable anomalie, accompagnée d'une raréfaction des sporophylles, a été signalée par Collins sur un ou deux spécimens d'*A. esculenta* provenant de la Nouvelle-Angleterre.

— des cas de bifurcation et d'enroulement en spirale des sporophylles.

Sauvageau (1918) ne fait mention d'aucune anomalie se rapportant à la famille des Alariacées.

OBSERVATIONS PERSONNELLES CHEZ ALARIA ESCULENTA

Technique.

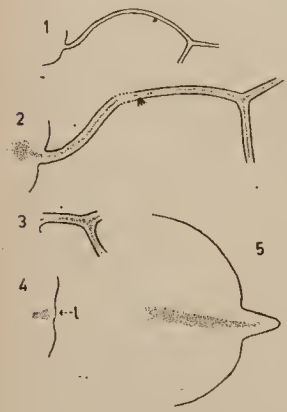


Fig. II. — Spécimen anormal n° I. 1. Coupe transversale au sommet de la fronde (la coupe passe par une touffe de poils), × 5,5. — 2. Détail du dessin précédent, × 13. — 3. La fronde un peu au-dessus de la zone stipo-frondale, × 13. — 4. Niveau de la zone stipo-frondale, × 13. — 5. Idem au niveau des sporophylles, × 13.

Nous avons étudié les anomalies d'après des coupes transversales. Celles-ci ont été réalisées à partir de fragments prélevés aux différents niveaux du thalle et comprenant dans la mesure du possible, la fronde et la moitié de la nervure ou du stipe. Ces objets étaient ensuite coupés au microtome à congélation à l'épaisseur de 30 μ puis montés au sirop d'Apathy.

Spécimen I.

Caractères généraux. — Spécimen incomplet provenant de la récolte de mai-juin, long de 8 cm. et comprenant la base de la fronde, la zone stipo-frondale et les sporophylles supérieurs. La fronde atteint 2 cm. dans sa plus grande largeur et est parsemée de touffes de poils.

Dans la partie âgée de la fronde, on trouve deux lames

Source : MNHN, Paris

d'égal développement au sommet d'une portion commune (fig. II, 1 et 2). Dans la région jeune, la lame est réduite à un bourrelet portant deux protubérances résultant d'une réduction progressive des éléments dédoublés de la fronde.

L'examen d'une coupe effectuée au sommet du thalle révèle une structure normale de la moelle (fig. II, 2). Au niveau représenté en fig. II, 3, la portion de lame séparant la nervure de la bifurcation est plus courte que dans la région âgée.

La zone stipo-frondale (fig. II, 4) et celle garnie de sporophylles (fig. II, 5) possèdent également une structure histologique normale.

Spécimen II.

Caractères généraux.— Longueur totale: 39,5 cm.; longueur du stipe : 9,5 cm.; largeur de la fronde: 3,5 cm. Exemplaire récolté en janvier et dont la fronde présente une usure apicale très prononcée ainsi que de multiples déchirures transversales. Nombreux sporophylles.

D'un côté de la nervure, à partir de 10 cm. du sommet de la fronde, la partie distale de cette dernière est dédoublée (fig. III, 1). La largeur de la portion de lame comprise entre la bifurcation et la nervure s'atténue progressivement vers le bas jusqu'à disparaître presque complètement. Les deux lames secondaires sont de même longueur dans les portions âgées (6 mm.) et jeunes de la fronde; dans la zone intermédiaire, une des lames est fortement réduite, ce qui lui donne l'aspect d'une simple crête (fig. III, 2). Un

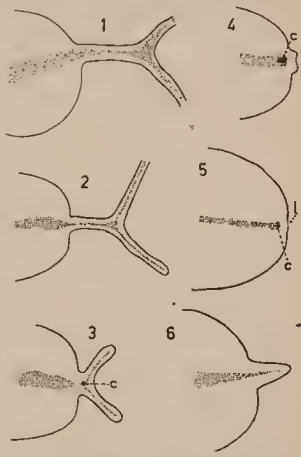


Fig. III. — Spécimen anormal n° II.
1. Bifurcation de la fronde au sommet du thalle. — 2. Région moyenne de la fronde, une des bifurcations est réduite à une simple crête. — 3. Coupe plus proche de la base de la fronde, la différence de taille entre les deux lames n'est guère marquée. — 4. Stade encore plus jeune; présence d'un massif de cortex dans le prolongement de la moelle. — 5. Zone stipo-frondale : on retrouve le massif de cortex signalé dans les dessins 3 et 4. — 6. Niveau supérieur de la zone à sporophylles.

peu au-dessus de la zone stipo-frondale, l'anomalie se présente sous forme de deux bourrelets parallèles séparés par une dépression (fig. III, 3 et 4). Extérieurement, aucune des autres parties du thalle ne présente d'anomalie.

Les coupes transversales effectuées à différents niveaux dans la nervure ne montrent pas l'épaississement caractéristique de la moelle (fig. III, 1, 2 et 3). Dans la zone stipo-frontale (fig. III, 5) et immédiatement au-dessus de cette dernière (fig. III, 3 et 4), quelques éléments corticaux (c) se trouvent dans le prolongement de la moelle; leur présence pourrait être en relation avec le dédoublement de la lame dans cette partie du thalle.

Commentaires. — La structure de la partie âgée est semblable à celle du spécimen I; dans ce dernier cependant, l'anomalie se situe plus loin de la nervure et le renflement de la moelle y est plus accusé.

— Pour les deux cas décrits jusqu'ici, les anomalies se manifestent de la même façon dans la partie la plus jeune de la fronde.

Fig. IV. — Spécimen anormal n° III, × 13.
1. Fronde : insertion distincte des deux lames sur la nervure, bifurcation de la moelle et renflement des cordons secondaires. — 2. Zone stipo-frondale : tissu médullaire bifurqué et deux lignes jaunes. — 3. Niveau des sporophylles : bifurcation de la moelle et insertion des sporophylles le long de deux files verticales.

Spécimen III.

Caractères généraux. — Longueur totale : 28 cm., longueur du stipe : 7 cm.; largeur de la fronde : 2 cm. Spécimen complet récolté en janvier et présentant des traces d'usure au sommet de la fronde.

Ce thalle possède une moitié longitudinale morphologiquement anormale. Deux expansions foliacées également développées y ont une insertion distincte sur la nervure (fig. IV, 1); elles sont séparées par un tissu appartenant à cette dernière. Dans la zone stipo-frondale, chacune d'elles se prolonge par une ligne claire surmontant une file de sporophylles. Ceux-ci sont disposés le long de deux lignes parallèles dans les parties âgées et jeunes de la zone qu'ils occupent. Entre ces niveaux extrêmes, ils paraissent répartis sur une seule file verticale.

Etude des coupes transversales. — Le tissu médulaire de la *fronde* bifurque assez profondément à l'intérieur de la nervure. Chacun des cordons médullaires se dirige vers une des lames et présente un renflement très marqué entre son individualisation et sa pénétration dans la lame (fig. IV, 1).

Source MNHN Paris

Dans la zone *stipo-frondale,* la bifurcation du tissu médullaire est très nette, chacun des cordons se dirige vers une des lignes jaunes et ils sont séparés l'un de l'autre par un massif de cortex (fig. IV, 2).

A tous les niveaux de la *zone à sporophylles,* on constate également une bifurcation de la moelle. Les cordons ainsi produits se dirigent chacun vers une des files verticales de sporophylles (fig. IV, 3).

Commentaires. — Cette anomalie est identique à celle décrite par Yendo chez *A. taeniata.* L'organisation médullaire différente, considérée souvent comme caractère spécifique, ne permet pas de comparer la répercussion du dédoublement de la fronde sur l'organisation histologique de la nervure.

— Yendo (1919) ne fournissant pas d'indication sur les autres parties du thalle anormal d'*A. taeniata,* leur comparaison avec les parties correspondantes de notre spécimen n'est pas possible.

— L'insertion des sporophylles sur une seule file dans la partie médiane de cette zone peut s'expliquer par la « stérilité » d'une portion assez importante d'une des files. Même dans les exemplaires normaux, la distance séparant deux sporophylles superposés peut être très variable.

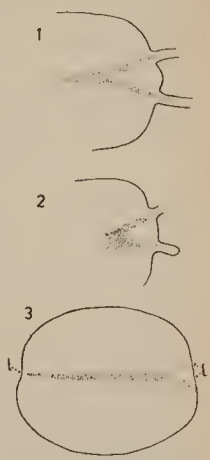


Fig. V. — Spécimen anormal n° IV, × 13.

1. Coupe transversale au sommet de la fronde, montrant l'insertion distincte des deux lames; la moelle se scinde à l'intérieur de la nervure. — 2. Idem, à la base de la fronde. — 3. Coupe transversale dans la zone stipo-frondale (à la base de l'échantillon qui était incomplet); présence de deux lignes jaunes du côté de l'anomalie.

Spécimen IV.

Caractéristiques générales. — Individu incomplet, récolté en mai-juin et dont nous ne possédons que la base de la fronde et la zone stipo-frondale, soit en tout un fragment de 6 cm. de long, où la largeur de la fronde atteint 2,5 cm.

Une seule moitié longitudinale du thalle offre une anomalie caractérisée par la présence de deux lames sur la nervure. Ces lames ont chacune leur insertion propre et elles sont séparées à leur base par un tissu appartenant à la nervure (fig. V, 1 et 2). Chacune d'elles se prolonge par une ligne jaune dans la zone stipo-frondale (fig. V, 3).

Examen de coupes transversales. — La moelle est bifurquée dans le stipe

(fig. V, 3) et dans la nervure (fig. V, 1 et 2). Dans cette dernière, la bifurcation se situe à peu près à l'endroit qu'aurait dû occuper le renflement médullaire.

Commentaires. — Morphologiquement, ce cas est identique à celui du spécimen III et aussi à celui d'*A. taeniata* décrit par YENDO. Il existe cependant des différences histologiques dans la nervure de ces deux thalles d'*A. esculenta* : dans le spécimen IV, les cordons médullaires bifurqués ne possèdent pas de renflement.

SPÉCIMEN V.

Caractères généraux. — Longueur totale : 26 cm.; longueur du stipe : 8 cm.; largeur de la fronde : 3 cm. Usure très nette au sommet du thalle. Nombreux sporophylles.

Une moitié longitudinale de la plante présente une structure normale. La seconde tranche de la nervure porte trois ailes. Deux d'entre elles sont plus rapprochées et ont une insertion commune sur la nervure, dans la moitié supérieure de la fronde (fig. VI, 1). L'importance de la portion commune diminue à mesure que décroît la distance du niveau envisagé à celui de la zone stipo-frondale. Cette dernière est parcourue par trois lignes jaunes (fig. VI, 3). Quant aux sporophylles, ils sont insérés le long de deux files parallèles (fig. VI, 4) ; l'un deux portait une crête longitudinale.

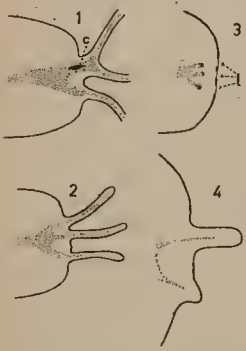


Fig. VI. — Spécimen anormal n° V, × 13.

1. Coupe au niveau supérieur de la fronde, montrant la disposition des lames par rapport à la nervure et le parcours du tissu médullaire. — 2. Insertion des trois lames sur la nervure dans la moitié inférieure de la fronde. — 3. Structure de la zone stipo-frondale : trois lignes jaunes et trifurcation de la moelle. — 4. Coupe transversale dans la région des sporophylles insérés sur le stipe le long de deux lignes parallèles.

Etude histologique. — Au sommet de la fronde, la moelle se scinde à l'extrémité de son renflement terminal en deux cordons d'inégale épaisseur (fig. VI, 1) ; le plus large, destiné à la lame dédoublée, isole complètement un petit massif de cortex (c). Dans la moitié inférieure de la fronde, la moelle est nettement trifurquée et les trois lames sont insérées sur la nervure (fig. VI, 2). Deux d'entre elles sont encore très rapprochées, leur

insertion, d'abord deux fois plus large que celle de la troisième lame, ne devient nettement séparée qu'à proximité immédiate de la zone stipo-frondale où le tissu médullaire est également trifurqué.

Au niveau des sporophylles, la moelle est bifurquée (fig. VI, 4).

Commentaires. — Dans la moitié supérieure du thalle, se trouvent réunis deux types d'anomalies déjà rencontrés sur des spécimens différents : d'une part, insertion de deux lames sur la tranche de la nervure (cas des spécimens III et IV), d'autre part, dédoublement d'une lame peu après son individualisation (cas de la partie jeune du spécimen I). Plus bas, on constate un passage progressif de l'insertion de deux lames, dont une bifurquée, à celle de trois lames simples.

— Un hiatus paraît exister entre la structure de la zone stipo-frondale, qui possède trois lignes jaunes, et celle du niveau des sporophylles, insérés le long de deux lignes parallèles. Toutefois, l'accroissement en longueur du stipe, beaucoup plus lent que celui de la fronde, rend probable que le changement d'organisation, dont on constate les résultats dans la partie jeune de la fronde, est encore trop récent pour s'être déjà manifesté de façon visible dans la zone des sporophylles.

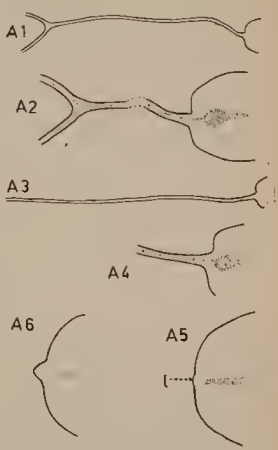


Fig. VII. — Spécimen anormal n° VI. Côté A. — 1. Partie supérieure du thalle; la lame bifurque assez loin de la nervure, × 5,5. — 2. Détail du dessin précédent, × 13. — 3. Coupe dans la partie normalement constituée, × 5,5. — 4. Même niveau qu'en 3, détail de la structure de la nervure, 13. — 5. Structure de la zone stipo-frondale, × 13. — 6. Coupe dans le stipe au niveau supérieur de l'insertion des sporophylles, × 13.

Spécimen VI

Caractères généraux. — La base du thalle et son sommet font défaut. Longueur du fragment de thalle : 14 cm.; longueur de la portion de stipe : 3 cm.; largeur de la fronde : 2,5 cm. Date de récolte : janvier.

Les deux tranches de la nervure portent des appendices en surnombre; nous étudierons séparément chacun de

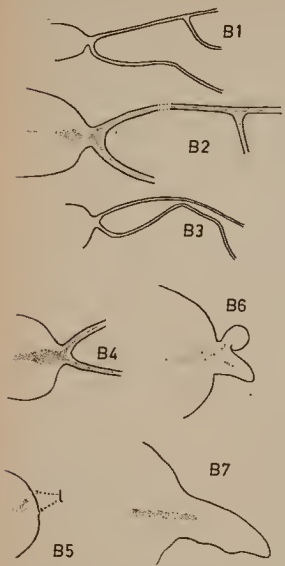


Fig. VII. Côté B. — 1. Sommet de la fronde, l'anomalie vue en coupe transversale. × 5,5. — 2. Même coupe qu'en 1, détail de l'insertion des lames sur la nervure et de la bifurcation d'une lame, × 13. — 3. Aspect du thalle après résorption de la bifurcation d'une lame, × 5,5. — 4. Détail de l'insertion des lames au même niveau qu'en 3, × 13. — 5. Coupe au niveau de la zone stipo-frondale : bifurcation de la moelle et deux lignes jaunes dans le méristoderme, × 13. — 6. Niveau supérieur de la zone à sporophylles : deux files verticales, × 13. — 7. Niveau inférieur de cette zone : une file verticale, × 13.

ces côtés en les désignant par les lettres A et B.

Côté A. — L'aile est normale à 3 cm. du sommet; plus haut, et à partir de 0,7 cm. de la nervure, elle se scinde en deux portions de même importance (fig. VII A, 1 et 2). Vers le bas, une des bifurcations diminue jusqu'à n'être plus qu'une crête à la surface du reste de la lame et qui se résorbe rapidement : la lame devient alors normale (fig. VII A, 3). Dans la zone stipo-frondale, on ne trouve qu'une ligne jaune (fig. VII A, 5) et sur le stipe, les sporophylles sont insérés le long d'une seule file verticale (fig. VII A, 6).

De l'examen des coupes transversales, il résulte qu'avec l'épaississement prononcé de la moelle, la structure de la nervure est, à tous les niveaux, conforme à la structure normale (fig VII A, 2 et 4). Il en est de même pour les coupes effectuées dans les zones stipo-frondales (fig. VII A, 5) et à sporophylles (fig. VII A, 6).

Commentaires. — Cette anomalie est à rapprocher de celle décrite dans la partie âgée du spécimen I. Dans ce spécimen VI la bifurcation reste à la même distance de la nervure jusqu'à sa résorption. Aucun indice ne permet de présumer que cette anomalie s'est étendue à d'autres parties du thalle que la fronde.

Côté B. — Sur toute sa longueur, la nervure porte deux expansions foliacées à insertion

unique (fig. VII B, 1 et 3) mais, de plus, une des ailes est dédoublée dans la partie la plus ancienne de la fronde (fig. VII B, 1 et 2). Ce dédoublement persiste jusqu'à 4,5 cm. de la zone stipo-frondale; il se situe à 6 mm. de la nervure et les deux portions de lame qui en résultent ont toutes deux 5 mm. de large. Sur les derniers centimètres de l'anomalie, une des lames se réduit à une simple crête sinueuse à la surface de la fronde. Dans la zone stipo-frondale (fig. VII B, 5), on note la présence de deux lignes jaunes et, au sommet du stipe, celle de deux files de sporophylles (fig. VII B, 6); les plus anciens de ces derniers sont insérés le long d'une seule file verticale (fig. VII B, 7).

Dans la partie supérieure de la fronde, la structure de la moelle est normale; la première bifurcation de ce tissu a lieu à l'extérieur de la nervure, après un nouvel épaississement du tissu médullaire (fig. VII B, 2). Plus bas, où les deux lames sont simples, la même structure se retrouve mais le rétrécissement de la moelle entre les deux renflements successifs n'est pas aussi prononcé (fig. VII B, 4).

Dans la région stipo-frondale (fig. VII B, 5) et la partie supérieure du niveau à sporophylles (fig. VII B, 6), la moelle bifurque et chacun de ses cordons prend la direction d'une des lignes jaunes ou d'une des files de sporophylles. Au niveau des sporophylles les plus anciens, la structure est tout à fait normale (fig. VII B, 7).

Commentaires. — Cette anomalie de la fronde se rattache à celle de la partie jeune du spécimen II (fig. III, 3), mais, dans ce spécimen VI, la largeur de la lame non bifurquée reste constante tout le long de la nervure; de plus, une des lames bifurque à son tour.

Spécimen VII.

Caractères généraux. — Longueur totale : 24 cm.; longueur du stipe : 3 cm.; largeur de la fronde : 2 cm. Exemplaire en très bon état mais amputé du sommet. Des deux côtés de la nervure, plusieurs sporophylles jeunes portaient des crêtes longitudinales ou transversales, de longueur variable; d'autres, anormalement grands avaient un contour irrégulièrement lobé; nous avons également noté la présence d'un pédicelle terminé par deux sporophylles de taille très différente.

Ici aussi, les deux moitiés longitudinales du thalle sont anormalement constituées; nous procéderons à leur étude comme pour l'exemplaire précédent.

Côté A. — La partie extrême de la fronde comporte quatre lames (fig. VIII A, 1) : à partir d'un demi-centimètre du sommet, leur nombre se réduit à trois (fig. VIII A, 2) jusqu'à la zone stipo-fron-

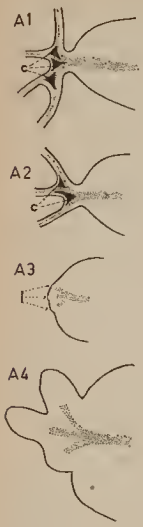


Fig. VIII. — Spécimen anormal n° VII. × 13. Côté A. — 1. Sommet de la fronde: insertion commune des deux lames bifurquant chacune immédiatement après leur individualisation; parcours du tissu médullaire. — 2. Coupe dans le thalle après disparition de la bifurcation d'une des lames. — 3. Structure de la zone stipo-frondale. — 4. Insertion des sporophylles sur le stipe, le long de trois files contiguës.

dale. Cette dernière possède trois lignes jaunes (fig. VIII A, 3) prolongées chacune par une rangée de sporophylles (fig. VIII A, 4).

Etude histologique d'après les coupes transversales. — La coupe dessinée en fig. VIII A, 1 et faite au sommet de la fronde montre une large et unique insertion commune, parcourue par un seul cordon médullaire. Presque immédiatement après sa sortie de la nervure, ce dernier se ramifie en deux cordons secondaires d'importance à peine différente et qui, à leur tour, bifurquent presque aussitôt. La moelle de la nervure présente un renflement nettement moins prononcé que dans les cas normaux.

Au *milieu de la fronde*, la principale différence avec le niveau supérieur, réside dans le fait qu'un seul des cordons médullaires secondaires se ramifie (fig. VIII A, 2). De plus, la moelle de la nervure ne présente pas trace de renflement.

A chacune des bifurcations de la moelle, se trouve un massif de cellules corticales (c) semblables à celles de la nervure.

Dans la *zone stipo-frondale*, la moelle se ramifie en trois cordons qui se dirigent chacun vers une des lignes jaunes (fig. VIII A, 3).

Dans la *zone à sporophylles*, une coupe transversale du stipe montre, côte à côte, trois insertions de sporophylles. La séparation de leur cordon médullaire s'opère à peu près au niveau du méristoderme du stipe (fig. VIII A, 4).

Commentaires. — Cette anomalie frondale présente de grandes similitudes avec celle affectant la partie âgée de la lame dans le spécimen V. Elle en diffère cependant par l'emplacement de la première bifurcation médullaire et la bifurcation temporaire d'une des lames.

— La réduction du nombre des ailes s'effectue sans transition, la quatrième aile gardant une largeur constante jusqu'à sa disparition.

MNHN Paris

— Il est également intéressant de souligner que, malgré la présence de trois lignes jaunes dans la zone stipo-frondale et de trois files de sporophylles sur le stipe, toutes les ailes de la fronde s'insèrent à l'extérieur de la nervure. Ce fait ne peut s'expliquer, à notre avis, que par un déplacement latéral vers l'extérieur du point de ramification de la moelle dans la partie supérieure de la zone stipo-frondale et la fronde.

Côté B. — Cette moitié du thalle possède deux lames sur la plus grande longueur de la nervure (fig. VIII B, 1 et 2), cependant, à 5 cm. de la zone stipo-frondale, une crête se développe perpendiculairement à la surface d'une des lames. Elle atteint très rapidement (sur quelques millimètres) sa largeur maximum, égale à celle des deux autres (fig. VIII B, 3). Le sinus séparant ces dernières, large vers l'apex, se rétrécit considérablement depuis le sommet jusqu'à ce niveau (fig. VIII B, 1, 2 et 3). Dans la zone stipo-frondale, on observe trois lignes jaunes distinctes mais l'une d'elles est plus large que les deux autres (fig. VIII B, 4). Quant aux sporophylles, ils paraissent insérés sur deux files longitudinales (fig. VIII B, 5).

Examen des coupes transversales. —

Au *sommet du thalle,* les deux lames proviennent d'une seule insertion sur la nervure (fig. VIII B, 1). Cette insertion est large et parcourue par un tissu médullaire unique qui bifurque, peu après sa sortie de la nervure, en deux cordons d'égale impor-

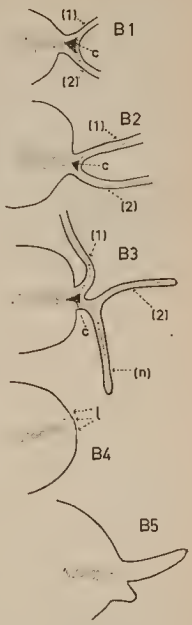


Fig. VIII. Côté B. — 1. Coupe dans la partie supérieure du thalle. — 2. Coupe dans la fronde, au-dessus du niveau de bifurcation d'une des lames; réduction du sinus formé par les deux lames. — 3. Coupe dans la région où une des lames est bifurquée (n : la nouvelle crête). — 4. Structure de la zone stipo-frondale : trois lignes jaunes dont deux plus petites, rapprochées. Division de la moelle en deux cordons d'épaisseur différente. — 5. Région des sporophylles jeunes : bifurcation du tissu médullaire et insertion des sporophylles le long des deux files verticales.

tance. Dans la nervure, le renflement médullaire est peu prononcé et asymétrique.

A la *base de la fronde,* l'insertion de la lame sur la nervure est plus large (fig. VIII B, 3) et la première bifurcation du cordon médullaire se situe à l'intérieur de la nervure.

A tous les niveaux de la fronde, un massif de cortex (c), dont les cellules sont semblables aux éléments corticaux de la nervure tant par leur orientation que par leurs dimensions et leur aspect, sépare la base des cordons médullaires des ailes 1 et 2 (fig. VIII B, 1 à 3).

Dans la *zone stipo-frondale,* la lame médullaire se scinde en deux portions d'épaisseur différente (fig. VIII B, 4). Les deux lignes jaunes les plus minces se trouvent dans le prolongement du plus large cordon médullaire.

Au *niveau des sporophylles,* la moelle se divise en deux, chacun des cordons s'oriente vers une des files de sporophylles (fig. VIII B, 4).

Commentaires. — Cette anomalie se rattache d'abord à celle décrite dans la partie inférieure du spécimen II. Dans la portion plus jeune de la fronde, elle se rapproche du cas des exemplaires III et IV (insertions séparées de deux lames d'un même côté de la fronde); enfin, avec la formation de la troisième lame (n), on retrouve une structure identique à celle de l'exemplaire V (fig. VI, 1) : l'apparition de cette lame, — qui, rappelons-le, s'est développée sur une des deux expansions foliacées déjà existantes — est en effet précédée d'une régression de la première bifurcation médullaire vers l'intérieur de la nervure (fig. VIII B, 1, 2 et 3). L'examen d'une seule coupe faite à ce niveau pourrait faire croire que la nouvelle lame s'est formée sur la nervure, à côté de l'insertion commune aux deux autres lames. Cette fausse impression est encore renforcée par la longueur approximativement égale de l'insertion commune au niveau supérieur et de la portion de fronde séparant les deux bifurcations successives dans la partie jeune (fig. VIII B, 1 et 3).

CONCLUSIONS

1. — Aux anomalies déjà connues dans le genre *Alaria* (insertion de 2 lames d'un même côté de la nervure, ramification du stipe, enroulement en spirale et bifurcation des sporophylles) viennent s'ajouter de nouvelles formes anormales que nous avons étudiées chez *A. esculenta :* présence de plusieurs lames (jusque 4) d'un même côté de la nervure, bifurcation d'une lame à une distance quelconque de la nervure, structure anormale de la zone stipo-

Source MNHN Paris

frondale due à la présence de plus d'une ligne jaune, insertion des sporophylles sur plusieurs lignes verticales et parallèles d'un même côté du stipe, sporophylles portant des crêtes longitudinales ou transversales, ou encore très grands et à contour irrégulier.

2. — Les anomalies morphologiques de la fronde connues jusqu'ici peuvent être ramenées à deux types élémentaires : bifurcation de la lame (chez *A. esculenta*, cas des spécimens I, II, VI A et VII, partie âgée du côté B) et insertion séparée de deux lames d'un même côté de la nervure (thalles anormaux III et IV d'*A. esculenta* et anomalie décrite par YENDO chez *A. taeniata*).

Les autres structures anormales de la fronde (cas de nos spécimens V, VI B, VII A et VII, portion jeune du côté B) résultent d'une combinaison plus ou moins complexe de ces deux types élémentaires.

3. — Les anomalies peuvent, comme c'était le cas chez *A. taeniata*, n'intéresser qu'une seule moitié longitudinale de la fronde.

Lorsque la structure est anormale dans chacune de ces parties, la même anomalie ne se retrouve pas nécessairement des deux côtés de la nervure et jamais dans les cas déjà décrits.

Ces deux constatations se vérifient également aux autres niveaux du thalle : zone stipo-frondale et à sporophylles.

Ces faits impliquent l'indépendance totale de fonctionnement des tissus responsables de l'organisation de chaque moitié longitudinale du thalle.

4. — Dans la fronde, certaines anomalies sont temporaires. A une portion de fronde normale peut succéder une région anormale (spécimen n° II) ; dans d'autres cas, la partie âgée du thalle possède une anomalie qui disparaît sans laisser de trace dans la partie jeune (spécimen VI, côté A).

Des anomalies complexes peuvent se simplifier (spécimens VI, côté B et VII, côté A) ; d'autre part, une anomalie peut se greffer sur une structure déjà anormale (côté B de l'exemplaire VII).

Une constatation analogue a été faite pour les sporophylles : dans le spécimen VI, côté B, les plus anciens d'entre eux sont insérés normalement sur une seule file verticale tandis que les plus jeunes sont disposés le long de deux lignes verticales parallèles.

5. — Lorsque l'expansion foliacée se dédouble à une assez grande distance de la nervure, les deux lames secondaires ont chacune la même épaisseur que la portion comprise entre la nervure et la bifurcation (fig. VI, 1, VII B, 2 et 4, VIII B, 1 à 3), l'insertion de la lame est notablement plus large que dans les cas normaux (fig. I, 1).

6. — Les anomalies de la fronde comportant une bifurcation de la moelle dans la nervure s'accompagnent dans tous les cas rencontrés chez *A. esculenta* d'une anomalie des zones stipo-frondales et à sporophylles (spécimens III, IV et V).

Dans la portion de stipe ne portant pas de sporophylles, nous n'avons pas remarqué de structure anormale pouvant être mise en relation avec les anomalies frondales.

7. — Le nombre des lignes jaunes dans la zone stipo-frondale et des files d'insertion des sporophylles est généralement égal à celui des lames insérées séparément du même côté de la nervure (spécimens III, IV, V). Il est aussi parfois égal à celui des lames insérées près de la nervure par une base commune (exemplaires VI B, VII A et B).

8. — Chez *A. esculenta*, une relation semble donc bien exister entre les anomalies intéressant les différents niveaux de la même moitié longitudinale d'un thalle, à l'exception toutefois de celles qui affectent la forme des sporophylles. L'éventualité de pareille relation ne paraît pas avoir été envisagée par Yendo (1919) dans son étude de l'anomalie frondale d'*A. taeniata*.

9. — Dans les cas où le début d'une bifurcation de fronde était encore visible sur la lame (thalles II et VII B), cette anomalie se présente d'abord comme une simple crête qui n'atteint que secondairement le même développement que la bande de lame située au-delà de son insertion.

10. — Sur un même individu, on peut trouver des formes de passage entre deux types d'anomalies : par exemple. insertion commune de deux lames se transformant en insertions séparées (cas des spécimens V et VII, côté B).

11. — Plusieurs anomalies décrites ci-dessus présentent de lointaines analogies avec certaines monstruosités foliaires décrites chez les Phanérogames et qui résultent. selon l'interprétation de Parrot (1941), de la soudure plus ou moins complète de feuilles.

La ressemblance est toutefois purement extérieure; il n'existe aucun indice permettant d'attribuer à un quelconque phénomène de soudure les structures anormales de la fronde d'*Alaria;* celles-ci semblent provenir uniquement d'irrégularités dans le fonctionnement des tissus méristématiques.

12. — L'obtention de renseignements précis sur l'origine des anomalies dans le genre *Alaria* s'avère très difficile. On en est encore réduit à des hypothèses.

Certaines d'entre elles pourraient remonter au stade de transformation de la zone stipo-frondale. La présence, sur les stipes

Source MNHN Paris

âgés, des lignes jaunes que nous avons signalées ci-dessus et qui manquent sur les plantules de notre matériel indique que ce niveau a été le siège d'une différentiation histologique dont le processus est encore inconnu.

D'autre part, vu la limitation des anomalies connues chez *A. esculenta* à des individus âgés, on ne doit pas exclure que certaines monstruosités trouvent leur origine dans les phénomènes de renouvellement de la fronde ou de reprise de croissance après une période de repos. Une meilleure connaissance de la biologie d'*Alaria* pourrait sans doute fournir d'intéressantes indications à ce sujet.

Institut Carnoy, Louvain (Belgique).

BIBLIOGRAPHIE

DANGEARD P. — Sur un *Ectocarpus* parasite provoquant des tumeurs chez le *Laminaria flexicaulis* (*Ectocarpus deformans* nov. sp.). — *C. R. Acad. Sci. Paris*, **192**, p. 57-60, 1931.

FRITSCH F. E. — Structure and reproduction of the Atgae, *vol. II.* — Cambridge, 1945.

NEWTON L. — A handbook of the British seaweeds. — London, 1931.

PARROT A. G. — Contribution à l'étude, la systématique et l'explication de l'adhérence foliaire. — *Bull. Soc. Bot. France*, **88**, p. 450-456, 1941.

SAUVAGEAU C. — Recherches sur les Laminaires des côtes de France. — *Mém. Acad. Sci. Inst. de France*, **56**, 2e sér., 1918.

SETCHELL W. A. — Regeneration among kelps. — *Univ. California Publ., Bot.*, **2**, p. 139-168, 1905.

YENDO K. — A monograph of the genus *Alaria*. — *Journ. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo*, **43**, p. 1-145, 1919.

Recherches caryologiques chez le Neomeris annulata Dickie

Par Simone DAO (Paris).

■

I. — INTRODUCTION.

Le *Neomeris annulata* Dickie, algue de région tropicale, appartient à la curieuse famille des Dasycladacées dont on a déjà démontré l'étrange comportement nucléaire.

J. Haemmerling (5) et différents chercheurs de son laboratoire H. Maschlanka (7), K. L. Schulze (8), G. Werz (11) ont en effet prouvé par des méthodes de fixation et coloration variées que les plantes peuvent atteindre une taille de plusieurs centimètres de hauteur sans que le noyau primitif se divise. (Primärkern). Ceci est très net dans les genres *Acetabularia, Acicularia, Batophora* et *Dasycladus* où l'état uninucléé persiste jusqu'au moment de la reproduction, le noyau primaire très volumineux se scinde alors en de très nombreux noyaux minuscules, appelés les noyaux secondaires (Sekundärkerne). Seul le genre *Cymopolia* se distingue car dans la germination de quelques millimètres de longueur se produit déjà une scission nucléaire (G. Werz, 11). Le *Neomeris annulata* dont on connaît depuis fort longtemps la morphologie (F. Boergensen, 2. — A. H. Church, 3. — C. Cramer, 4. — M. A. Howe, 6. — H. Solmslaubach, 9. — N. Svedelius, 10) apparaît dans la nature comme un cylindre calcifié de trois à six centimètres, ayant un diamètre voisin du quart de centimètre. Comme la plupart des Algues du groupe, la plante porte des verticilles de poils ramifiés caducs, très rapprochés cependant et en été des organes reproducteurs, cystes calcifiés qui donneront naissance aux gamètes (Figure I et Photographie A : Plante de cultures non calcifiée).

Certaines observations sur le pouvoir régénérateur du *Neomeris annulata* et sur sa cytologie ont été déjà effectuées par J. Haemmerling (5), H. Stich et G. Werz (non publié). Ces études menées sur un matériel originaire des Bermudes récolté en 1950 et élevé depuis au laboratoire dans de l'eau de mer additionnée d'une solution de terre (J. Haemmerling, 5 B) conduisent à confirmer la parenté caryologique de toutes les Dasycladacées. En effet, l'Algue reste uninucléée jusqu'à ce qu'elle ait formé un verticille de poils alors que sa taille atteint quelques millimètres (J. Haemmerling, 5 C) le

Sciences MNHN Paris

noyau se présente avec l'aspect caractéristique du « noyau primaire » : extrêmement gros, il possède des nucléoles énormes en forme de boudin. (Photo. B.).

II. — ETUDE CARYOLOGIQUE DU NEOMERIS ANNULATA.

A. — Matériel et Méthodes

Les plantes rapportées des Bermudes en 1950 par J. Haemmerling nous ont servi de matériel expérimental. Elles vivaient depuis cinq ans en culture dans des cristallisoirs de verre incolore et dans le milieu nutritif indiqué ci-dessus. La température de la salle variait entre 20° et 22° C. et l'éclairement était de 2500 lux environ avec une photopériode 12-12.

Les Algues découpées en fragments furent traités de la façon suivante :

— soit fixation au Carnoy et coloration à l'Azocarmin acétique;

— soit fixation au Nawaschine à l'eau de mer et coloration au Bleu d'anthracène. (K. L. Schulze, 8).

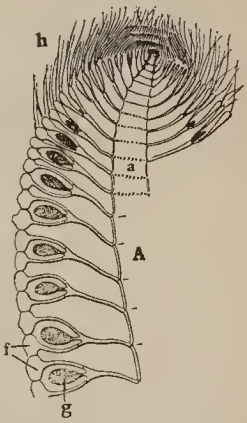


Fig. 1 : (extrait de « Structure and reproduction of the Algae. F. E. Fritsch).
a. Siphon. — f. Poils modifiés en « facette ». — g. Gamétange. — h. Poils.

B. — Résultats

En raison du petit nombre d'échantillons, les fixations furent limitées à une vingtaine de plantes adultes dont la moitié provenaient de la régénération de fragments d'Algues et à une trentaine de germinations de quelques millimètres de longueur. Ces dernières furent obtenues à partir de cystes âgés de cinq ans et conservés au laboratoire à l'obscurité dans de l'eau de mer. Ces cystes étaient exposés à la lumière deux jours toutes les quatre semaines afin d'éviter une dégénérescence complète. Nous n'avons pu préciser l'origine exacte des plantules soit qu'elles résultent de la germination directe anormale du contenu d'un cyste, soit qu'elles se forment à partir

des gamètes produits par les cystes; la première hypothèse nous paraît la plus plausible.

Le *Neomeris annulata* en culture croît extrêmement lentement et ne se reproduit que rarement par germination directe des gamétanges de la même façon que le *Cymopolia*, (J. HAEMMERLING, 5 D). Ces deux faits expliquent la faible quantité de matériel mis à notre disposition.

1° *Le noyau primaire :*

Le *Neomeris annulata* possède sans aucun doute le noyau primaire typique des Dasycladacées. Nous l'avons trouvé dans les germinations mais aussi chez des plantes adultes âgées de cinq ans. Il se situe dans la partie basale de l'Algue au niveau des rhizoïdes;

Fig. 2 : Noyau primaire de *Neomeris annulata*.
1. Nucléoplasme. — 2. Nucléole. — 3. Membrane nucléaire.

par l'apparence de ses nucléoles, il s'apparente au noyau primaire de l'*Acetabularia crenulata* (Photo. B et fig. 2). Bien qu'il semble assuré que les noyaux primaires se rencontrent en petit nombre dans les pousses adultes, il est impossible de préciser si ce nombre est égal ou supérieur à 1 pour chaque siphon.

2° *Première division du noyau primaire :*

Dans le cas du *Neomeris*, le noyau primaire paraît capable parfois de se diviser à un stade relativement précoce, par exemple, dans certaines des germinations de quatre mois atteignant quelques millimètres de longueur. Ces plantules ne forment pas un siphon unique comme chez les Acétabulaires mais donnent naissance très tôt à deux, trois ou quatre ramifications d'importance à peu près égale,

Source MNHN Paris

Dans de telles pousses, nous avons trouvé quelques figures de division du noyau primaire. Il semble que plusieurs lobules des nucléoles se détachent avec le nucléoplasme qui les environne. De tels fragments toujours peu nombreux (deux, trois ou quatre) deviennent peu à peu semblables au noyau primaire dont ils sont issus (fig. 3 et 4). Nous pensons que chacun des noyaux émigre vers la base d'une des ramifications.

Ce phénomène de scission nucléaire observé d'ailleurs de manière facultative *en culture ne se rencontre peut-être pas dans la nature;*

Fig. 3 : Stade de division du noyau primaire de *Neomeris annulata.*
1. Nucléoplasme. — 2. Nucléole. — 3. Membrane nucléaire. (En trait pointillé sont figurées les lignes de rupture présumées de ce noyau.)

dans ce cas, il serait dû à une origine anormale des germinations. On retrouve cependant chez le *Cymopolia barbata* mais de manière obligatoire (G. Werz, 11) une telle division précoce du noyau primaire. Le processus paraît tout à fait analogue, ayant pour résultat la production de lobules constitués de substance nucléolaire entourée de nucléoplasme. Une différence essentielle réside dans le fait que chez cette dernière espèce, les noyaux-fils sont extrêmement nombreux et donc petits; leur croissance ultérieure ne leur permettra jamais d'atteindre la taille d'un noyau primaire ce qui est compensé par leur multitude.

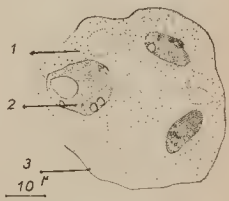


Fig. 4 : Reste du noyau primaire après la première division.
1. Nucléoplasme. — 2. Nucléole. — 3. Membrane nucléaire.

3° *Formation des noyaux secondaires :*

Dans des pieds âgés de *Neomeris*, nous avons trouvé surtout au

niveau des poils de nombreux petits noyaux secondaires tels que ceux de l'*Acetabularia;* ils possèdent souvent un ou deux nucléoles (fig. 5). Nous avons pu obtenir des stades de prophase commençante mais aucune autre phase de la mitose n'a été entrevue.

L'origine de ces structures paraît voisine de celle des noyaux secondaires chez les autres Dasycladacées. La division nucléaire n'est cependant pas localisée au rhizoïde; on voit des figures intermédiaires entre noyau primaire et noyaux secondaires dans toute la plante et jusque dans les poils comme si le phénomène s'était produit lentement.

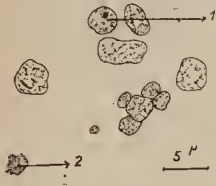


Fig. 5. — Noyaux secondaires chez le *Neomeris annulata* au niveau des poils. 1. Noyau au repos. — 2. Noyau secondaire se formant à partir d'un « lobule ».

Des masses volumineuses très chromophiles sont en effet observables dans le cylindre axial; elles ont une apparence presque homogène avec des sortes de petites vacuoles incolores. Nous avons interprété ces masses comme des fragments provenant du noyau primaire en division, ceci par comparaison avec les dessins de K. L. Schulze relatifs à l'*Acetabularia* et avec ce que nous avons vu nous-même dans cette dernière espèce (fig. 6). Nous n'avons malheureusement pas fixé de stade antérieur permettant de confirmer cette genèse. Ces masses se scindent en fragments arrondis d'une dizaine de μ qui paraissent entraînés par les courants cytoplasmiques souvent jusque dans les poils et les gamétanges. Là ils se transforment en perdant leur homogénéité, la chromatine apparaît et des groupes de noyaux normaux de 2 à 5 μ se dessinent. Par des mitoses successives plus ou moins nombreuses dont nous avons observé les prophases à leur début, on aboutit à la formation des noyaux secondaires.

4° *Noyaux des gamétanges. :*

Dans les gamétanges se rencontrent donc de nombreux noyaux secondaires, mais à côté de ceux-ci nous avons vu parfois des noyaux de type primaire jeune (fig. 8). Les gamétanges qui les possèdent sont capables de germer directement et fournissent de nouvelles plantules; leurs noyaux grossissent normalement . (Photo. C et D.)

Quel peut être le mode de formation de ces noyaux? J. Haermerling ayant trouvé de tels noyaux primaires dans les siphons d'Acétabulaires après la formation des cystes donc, après la division de

Source : MNHN, Paris

l'unique noyaux en de nombreux noyaux secondaires, pense que ces noyaux ont pour origine quelques-uns des noyaux secondaires (5 D) ; cette idée a paru applicable au cas du *Cymopolia* (G. Werz, 11). Pour le *Neomeris* cependant il pourraît y avoir une deuxième possibilité : certains des lobules resteraient plus gros que les autres, parce qu'ils ne se divisent pas et se transforment directement en noyaux primaires après réorganisation de leurs matériaux (fig. 7). Mais ce mode pourrait être simplement un phénomène pathologique dû à la culture.

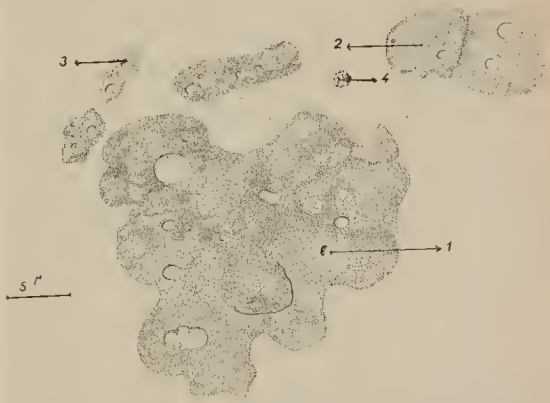


Fig. 6 : Division du noyau primaire en « lobules » dans le cylindre axial.

1. Noyau primaire transformé en une masse d'apparence presque homogène. — 2. Fragment du noyau primaire se scindant en deux parties. — 3. « Lobule » tel qu'on le trouve au niveau des poils et gamétanges. — 4. « Lobule » perdant son homogénéité.

III. — DISCUSSION ET CONCLUSION.

A. — Le Cycle caryologique chez le Neomeris Annulata.

En culture, dans le milieu nutritif eau de mer-solution de terre, le *Neomeris annulata* possède le noyau primaire typique de la famille des Dasycladacées.

Cependant lors de la germination ce noyau paraît capable de se scinder de manière facultative en un petit nombre de noyaux-fils

semblables à lui-même, c'est-à-dire pouvant croître de façon spectaculaire, les nucléoles prenant l'allure serpentiforme caractéristique; les noyaux ont donc des qualités primaires.

Chez des plantes âgées qui possèdent ainsi un, deux ou peut-être plus de noyaux primaires, ceux-ci se divisent suivant le processus observé chez les Acétabulaires. Toutefois ce phénomène n'est pas localisé aux rhizoïdes et semble conduire à deux sortes d'éléments : soit des noyaux secondaires très nombreux, soit des noyaux du type primaire jeune mais ceci en très petite quantité.

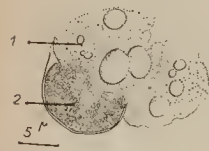


Fig. 7 : Transformation directe d'un lobule en un noyau de type primaire au niveau d'un gamétange.

Il est possible que dans la nature le cycle nucléaire soit simplifié le noyau primaire ne se diviserait que lors de la formation des cystes ou gamétanges et produirait uniquement des noyaux secondaires comme chez les *Acetabularia*. Quelques fragments de *Neomeris annulata*, originaires de Nha-Trang (Viet-Nam) et récoltés en août 1949 par le Zoologiste Deroux ont été mis à notre disposition par le Pr J. Feldmann. Nous y avons observé des stades « lobulaires » et des noyaux secondaires localisés surtout dans les poils et les gamétanges comme l'avait indiqué N. Svedelius (10) et comme nous l'avons remarqué dans les plantes de culture.

B. — Comparaison avec les cycles de l'Acetabularia mediterranea et du Cymopolia barbata (fig. 9).

Les études de K. L. Schulze (8) sur l'*Acetabularia* et de G. Werz (11) sur le *Cymopolia* furent menées sur un matériel placé dans des conditions de culture identiques à celles que nous avons mentionnées au sujet du *Neomeris*.

Dans le cas des *Acetabularia*, le cycle est simple. Le noyau primaire augmente de volume jusqu'au moment de sa division peu après la formation du chapeau reproducteur (K. Beth, 1) ; le noyau se pulvérise alors dans le rhizoïde en une multitude de noyaux secondaires qui sont entraînés vers le sommet de la plante par les courants cytoplasmiques, tandis que dans la partie basale demeure les restes peu chromophiles du noyau primitif (Restkörper) (J. Haemmerling, 5 A. — K. L. Schulze, 8).

Au contraire, chez le *Cymopolia*, le noyau primaire a une durée de vie courte et se scinde rapidement en de nombreux noyaux-fils. Ceux-ci peuvent croître de façon appréciable mais n'atteignent jamais la taille du noyau primaire; leur gros nucléole reste toujours

Source MNHN Paris

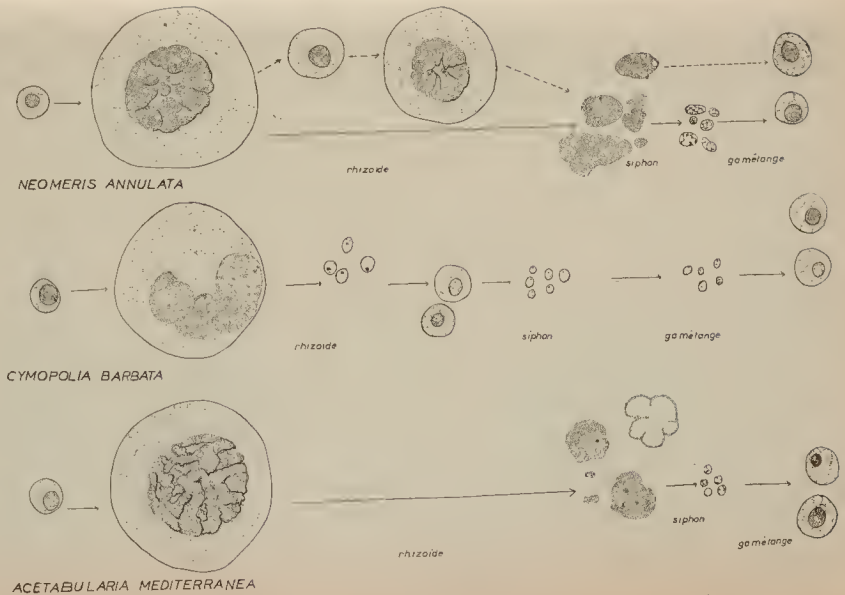


Fig. 9 : Cycles comparés du *Neomeris*, du *Cymolia* et de l'*Acetabularia* (voir le texte).
r : Restkörper.

Source MNHN Paris

arrondi. A leur tour, ils se réduisent en une quantité plus ou moins grande de petits noyaux qui subissent plusieurs mitoses avant d'émigrer dans le siphon. Ces derniers noyaux, capables de grossir, se rencontrent dans toute la plante, en particulier dans les gamétanges qui en culture germent souvent directement en de nouvelles petites plantules.

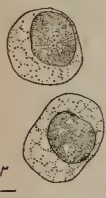


Fig. 8 : Noyaux du type primaire provenant des « lobules » (gamétange).

Du point de vue nucléaire, le *Neomeris* paraît avoir des caractères appartenant soit à l'*Acetabularia* (possibilité d'une longue durée de vie pour le noyau primaire) soit au *Cymopolia* (divisions successives des noyaux et état polynucléé relativement durable).

En fait quelles que soient les Dasycladacées considérées, le cycle nucléaire se déroule suivant un même thème : *noyau primaire atteignant une taille gigantesque, division de ce noyau en un ou plusieurs stades aboutissant à la formation de noyaux très petits extrêmement nombreux.*

De toute façon se pose ce problème de l'équilibre du noyau primaire qui se divise après une croissance extraordinaire et qui alors se transforme assez brusquement en une poussière de noyaux-fils. Il semble que ces phénomènes sont réglés en grande partie par la nutrition de la plante et que le nucléole, dont le rôle au point de vue synthèse protidique et acide ribonucléique a été montré par J. Brachet et son école ainsi que par H. Stich et J. Haemmerling, ait place de première importance en ce qui concerne la cinétique nucléaire.

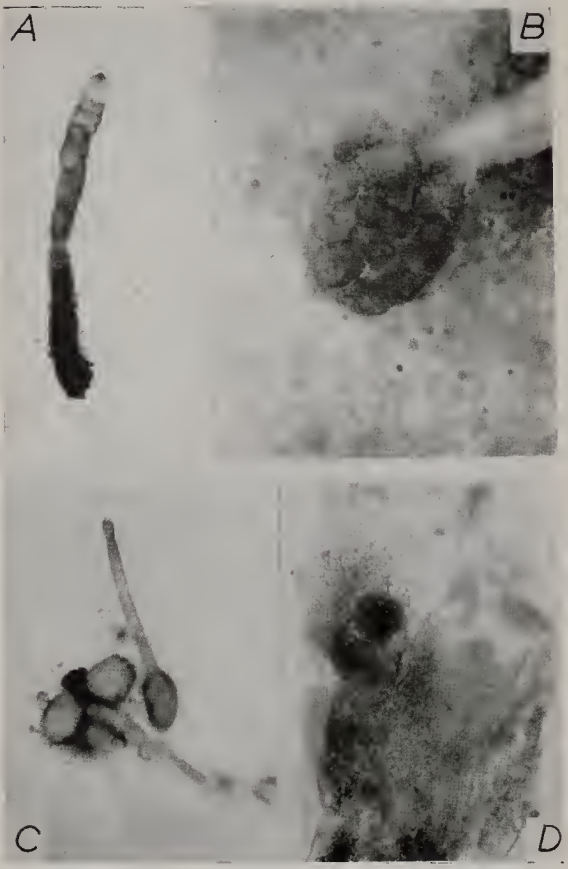
Nous adressons nos vifs remerciements à M. le Professeur Haemmerling pour la bienveillance avec laquelle il nous a accueillie dans son laboratoire où nous avons effectué ce travail. Nous exprimons également notre gratitude à tous les chercheurs de cet Institut qui nous ont aidée en particulier M. G. Wertz et remercions le personnel de son amabilité.

(*Max Planck Institut für Meeresbiologie, Abt : J. Haemmerling, Wilhemshaven.*)

BIBLIOGRAPHIE

(1) Beth K. — Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung des Lichtes auf die Formbildung von kernhaltigen und kernlosen *Acetabularia* Zellen. — *Zeit. f. Naturf.*, 8b, 334-342, 1953.
(2) Boergensen F. — Chlorophycae of the Danisch West Indies (Dasycladaceae). — *Dansk. Bot. Arch.*, 1, 4. 71-73, 1913-15.
(3) Church A. H. — The structure of the thallus of *Neomeris dumetosa*, Lamour. — *Ann. of Bot.*, 9, 581-608, 1895.

RECHERCHES CARYOLOGIQUES CHEZ NEOMERIS.



Photos G. Werz.

Source : MNHN

(4) CRAMER C. — Uber die verticillierten Siphoneen, besonders *Neomeris* und *Bornetella*. — *Denksch. Schweiz. natur. Ges.*, **32**, 11, 1-48, 1890.
(5) HAEMMERLING J. (A). — Entwicklung und Formbitdungsvermogen von *Acetabutaria mediterranea*. 1. — *Biolog. Zentrabt.* **51**, 633-647, 1931.
— — (B). — Zur Lebensweise, Fortpflanzung und Entwicklung verschiedener Dasycladaceen. — *Arch. Prostistenkde.* **97**, 7-56, 1944.
— — (C). — Uber die Fortpflanzung von *Cymopolia* nebst Bemerkungen über *Neomeris* und *Dasycladus*. — *Biolog. Zentratb.*, **71**, 1-10, 1952.
— — (D). — Uber mehrkernige Acetabularien und ihre Enstehung. — *Biotog. Zentralb.* **74**, 420-427, 1955.
(6) HOWE M. A. — Phycological sludies. IV. The genus *Neomeris* and notes on other Siphonales. — *Butt. Torrey Bot. Club.*, **36**, 75-86, 1909.
(7) MASCHLANKA H. — Zytologische Untersuchungen an Algen aus der Familie der Dasycladaceen. — *Natur. Wiss.* **31**, 548-549, 1943.
(8) SCHULZE K. L. — Cytologische Untersuchungen am *Acetabularia mediterranea* und *Acetabutaria Wettsteinii*.—*Arch. Protistenkde*, **92**, 179-225, 1939.
(9) SOLMS-LAUBACH H. — Uber die Algengenera *Cymopotia*, *Neomeris* und *Bornetelta*. — *Ann. Jard. Bot. Buitenzorg*, **11**, 61-97, 1892.
(10) SVEDELIUS N. — Zur Kenntnis der Gattung *Neomeris*. — *Svensk. Bot. Tidskrift*, **17**, 449-471, 1923.
(11) WERZ G. — Uber die Kernverhältnisse der Dasycladaceen, besonders von *Cymopotia barbata* (L.) Harv. — *Arch. Protistenkde*, **99**, 3, 148-155, 1953.

LEGENDE DE LA PLANCHE

Photographie A (G. WERZ) : *Neomeris annulata* en culture au taboratoire, non calcifié.

Photographie B : Noyau primaire de *Neomeris annulata*.

Photographie C (G. WERZ) : Germination directe de gamétanges.

Photographie D (G. WERZ) : Noyaux de type primaire dans les germinations directes de gamétanges.

Contribution à l'étude de la zone littorale des îles Baléares

Biologie et chimie des Algues calcaires. Formes du relief qui leur sont liées

Par Léone WALTER-LÉVY, René FRÉCAUT et René STRAUSS.

■

Depuis quelques années, géographes et biologistes s'intéressent les uns à la morphologie, les autres aux peuplements littoraux de la Méditerranée Occidentale.

Un voyage aux Iles Baléares, au cours de l'été 1955 a permis à deux d'entre nous d'étudier la zone littorale à Majorque et à Ibiza, tant du point de vue morphologique que biologique et chimique.

Une des formes les plus intéressantes, caractéristique des rivages méditerranéens, est représentée par le trottoir construit par l'algue calcaire *Tenarea tortuosa* (1), corniche située dans la zone intertidale. Dans la zone infralittorale, la présence de plates-formes à Vermets, immergées en permanence, méritait d'être signalée. En ce qui concerne la morphologie littorale, l'étude du trottoir ne peut être dissociée de celle des autres formes qui résultent de l'érosion marine : encorbellement littoral, lapiés et mares; il nous a paru intéressant de décrire la zonation complète des formes, étudiée en divers points de la Méditerranée [10 a].

Du point de vue biologique, les algues ne se localisent pas uniquement dans la zone du trottoir, mais elles vivent aussi dans les mares, sur les crêtes rocheuses séparant celles-ci, elles n'ont pas là un rôle constructeur mais de protection. Ces mares représentent donc un autre milieu original, elles méritaient ainsi d'être étudiées pour elles-mêmes.

Nous avons rencontré un accueil très cordial auprès des Professeurs Miguel Oliver, Directeur du Laboratoire de Palma de Majorque (Institut espagnol d'Océanographie); Antonio Planas, Directeur de l'Institut de recherches de pêche de Vinaroz; Manolo Sora, Directeur de l'Institut d'enseignement secondaire à Ibiza; ceux-ci nous ont communiqué verbalement d'utiles renseignements

(1) *Tenarea tortuosa* est synonyme de *Lithophyllum tortuosum* (Esper) Fosl.
N. B. — Les chiffres indiqués dans le texte entre crochets correspondent aux références bibliographiques.

Source : MNHN, Paris

et facilité nos recherches; nous les en remercions sincèrement. Notre gratitude va à MM. R. Lami et P. Bourrelly, Sous-Directeurs au Muséum National d'Histoire Naturelle, qui ont bien voulu accueillir le présent article dans cette revue. M. M. Denizot, Assistant au Muséum, nous a apporté son concours pour les déterminations d'algues.

1. — *CONDITIONS DU MILIEU GEOGRAPHIQUE.*

Avant d'étudier chacune des zones littorales prospectées, il était utile de préciser les conditions géographiques réalisées : topographie, lithologie, structure, climatologie, hydrologie marine. Nous envisagerons ensuite les différents types de relief côtier dûs à l'érosion et à la construction.

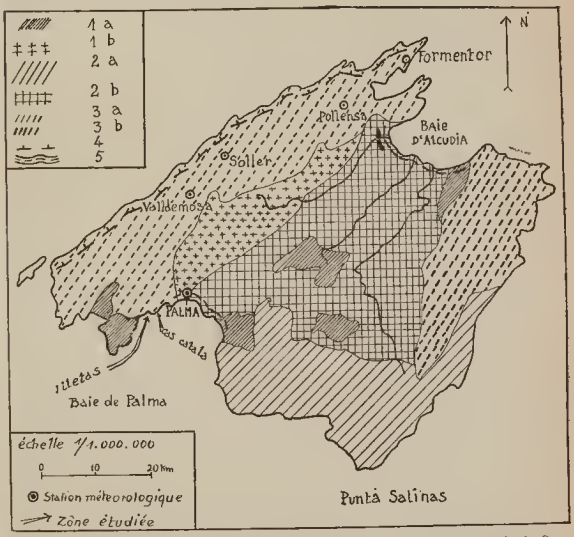


Fig. 1. — Carte d'orientation de l'île de Majorque (d'après Hermite). 1. Quaternaire; a) à hélix, b) à galets. — 2. Miocène : a) supérieur (zone vindobonienne littorale), b) moyen. — 3. Secondaire de système alpin (calcaires crétacés, jurassiques, triasiques) : a) plis néogènes, b) plis éogènes et néogènes. — 4. Front de nappe de charriage. — 5. Cote basse sableuse.

Source : MNHN Paris

Les côtes des deux îles étudiées présentent une *structure* transversale. A Majorque, les reliefs de l'île sont orientés grossièrement du Nord-Est au Sud-Ouest encadrant une large dépression intérieure terminée aux deux extrémités par les grandes baies sablenses de Palma au Sud-Ouest et d'Alcudia au Nord-Est. A Ibiza, île d'altitude moindre (point culminant 475 m. contre 1.433 m. à Majorque) mais à l'aspect plus montagneux, une dépression centrale plus étroite, bordée par deux zones de reliefs orientés Est-Ouest, est limitée par les deux baies d'Ibiza à l'Est et de San Antonio à l'Ouest (fig. 1 et 2). En plus de ces quatre grandes baies sablenses, on note la présence de nombreuses petites plages construites. Ces côtes sont, cependant, en majorité rocheuses, souvent très déchiquetées, avec une alternance de caps précédés d'îlots rocheux et de petites criques (calas). Il semble qu'on puisse souvent rapprocher ces calas des calanques provençales.

Le profil transversal de ces côtes est extrêmement varié; tantôt les massifs côtiers tombent sur la mer par de puissants escarpements avec des à-pics de plus de 100 m., c'est le cas de la côte Ouest d'Ibiza face à l'île Vedra; tantôt l'abrupt est moins marqué et la pente s'adoucit régulièrement vers le rivage, telle la côte au Nord de la baie de San Antonio (Ibiza). Le faible développement du plateau continental est à mettre en relation avec ce massif montagneux.

Les matériaux constituant cette zone littorale sont essentiellement formés par des calcaires du système alpin, du Trias au Crétacé tant à Majorque qu'à Ibiza, à l'exception des dépressions centrales remblayées au tertiaire.

Ces calcaires sont partiellement recouverts de dépôts éocènes et miocènes, par exemple la zone vindobonienne littorale à l'Est de la baie de Palma de Majorque et sur la côte Nord-Ouest d'Ibiza; un karst s'y est développé.

Ces calcaires généralement durs, sont gris ou jaunâtres, compacts et bien stratifiés, à grains fins.

Dans le crétacé, la série de l'Urgonien est représentée par des calcaires grossiers, compacts, à Milicles et Orbitolines. Le calcaire du Néocomien est fortement marneux, il présente deux faciès, dont l'un à Bélemnites et Ammonites. Au sommet du Jurassique, on retrouve un calcaire compact à Ammonites; il en est de même au Jurassique moyen, mais ici les fossiles principaux sont les Rhynchonelles et les Térébratules. Le Lias comporte également des calcaires compacts à *Spiriferina rostrata*.

A l'étage supérieur du Trias, le calcaire est parfois dolomitique; au milieu des strates, des filons éruptifs, remplissant les

fissures des couches disloquées, ont fréquemment transformé la roche en dolomie [4 a].

Parfois également, ce calcaire se présente en plaquettes, contenant *Daonella* et *Trachyceras*. Dans le Trias moyen, on rencontre une roche analogue au muschelkalk, gris foncé, contenant des

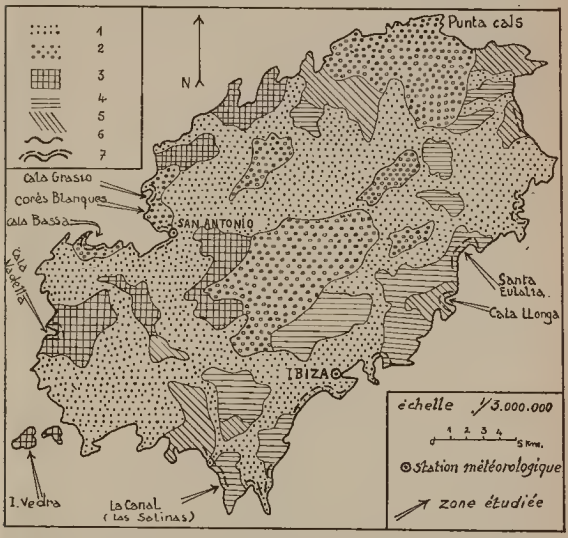


Fig. 2. — Carte d'orientation de l'île d'Ibiza (d'après Spiker et Haanstra). 1. Quaternaire. — 2. Miocène. — 3. Calcaire crétacé urgonien. — 4. Calcaire jurassique. — 5. Calcaire triasique dolomitique et marnes (3, 4 et 5 formant le secondaire du système alpin néogène). — 6. Côte rocheuse. — 7. Côte basse sableuse.

Cératites. A la base du Trias, un grès bigarré, appliqué sur le Dévonien, rouge et jaune, représente également un matériau résistant; dans le ciment unissant les grains de sable se trouve de l'oxyde de fer.

La *disposition des strates* de calcaires ou de grès a été profondément bouleversée et remaniée lors des plissements contemporains de ceux de la Cordillère Bétique, à savoir des nappes de char-

riage avec écailles [8]. Ces plissements se sont poursuivis jusqu'au Miocène. Les effondrements pliocènes, qui ont donné naissance à ces îles, accompagnés d'une transgression, attestée par de nombreux sédiments comme dans tout le domaine méditerranéen, ont joué également leur part dans ce bouleversement. Une étude plus détaillée montrerait une disposition très variée des couches, à faible distance, sur le littoral : structure horizontale, oblique, quasi verticale même.

Outre ces conditions, *les factures climatologiques* et *hydrologiques* ne sont pas sans jouer un rôle sur l'évolution des formes littorates. Les *conditions thermiques* diffèrent peu de celles de la côte française [7], tant pour l'atmosphère que pour les eaux marines :

	5 janvier	18 avril	25 août	27 octobre
TEMPÉRATURE AIR (en degrés)	10,20	15,20	27,80	19
TEMPÉRATURE EAU à 0 m.	14,05	14,95	26,10	23,20
à — 38 m.	13,90	14	16,48	17,07
DENSITÉ	1,029	1,02995	1,02993	1,02975
SALINITÉ à 6 m.	37,21	37,41	37,23	37,01
(en gr.) — 38 m.	37,12	37,30	37,10	36,91

N. B. — Ces mesures ont été établies pour la période 1932-1934 et prises de 8 à 9 heures dans la baie de Palma de Majorque.

Il ressort de la lecture de ce tableau que l'amplitude des variations thermiques des eaux marines en surface est ici également de l'ordre de 10°. L'écart maximum enregistré entre la température des eaux de surface et celle des eaux de fond se situe en été, alors qu'il est très réduit aux autres saisons. Pour Ibiza, les documents précis font défaut, comme le signale MARGALEF [17 a] ; d'après ses recherches, on peut cependant estimer que la température moyenne annuelle de l'île est de 17° 6 (18° 1 Palma) : celle de la saison froide : 10° 4 en février (13° 6 Palma) avec des minima de l'ordre de 3 à 4° et des maxima de l'ordre de 18 à 19° ; celle de la saison chaude : 25° 5 en août (25° Palma). Ces températures atmosphériques relativement basses de la saison froide favorisent une dissolution accrue du calcaire. On remarque que les valeurs de la *salinité* enregistrée correspondent bien à la valeur moyenne de la salinité en Méditerranée occidentale (37,5 gr./00) en liaison avec une évaporation intense et des précipitations réduites.

L'étude des *précipitations* présente un intérêt dans la mesure où celles-ci contribuent à expliquer les processus de formation et d'é-

Source : MNHN Paris

volution de certaines formes littorales, telles que les mares à encorbellement. Nous verrons que la violence des averses méditerranéennes avec un maximum d'automne (septembre-novembre) et un fléchissement hivernal peut favoriser une érosion mécanique; cette abondance saisonnière des précipitations ressort des chiffres suivants relevés à Majorque [7] :

	Août 1952		Novembre 1952	
	Total	Maximum 24 h.	Total	Maximum 24 h.
Valldemosa	14 mm.	7,5	51 mm.	19
Pollensa	61	33	93	40
Palma	2,6	1,9	44	13
Formentor	8,4	4,1	103	69

Le total annuel des précipitations enregistrées à Ibiza : 354 mm. de moyenne pour la période 1911-28, est inférieur à celui de Majorque [17 a]. Autre caractère de la pluviosité: l'absence de précipitations durant 4 à 5 mois (fig. 3).

Du point de vue de *l'hydrologie marine*, le marnage, comme sur la côte provençale, est faible, variant de 0 m. 20 à 0 m. 40; il s'agit

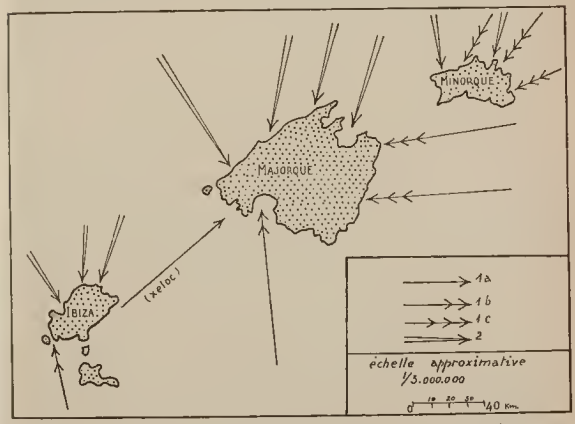


Fig. 3. — Schéma des vents dominants aux Baléares (d'après le *Bulletin mensuel du Centre Météorologique des Baléares*). 1. Situation en juillet-août 1952 : a) Sirocco (mauvais temps local), b) brise de mer (beau temps), c) vent d'Est-Nord-Est (beau temps). — 2. Situation en novembre-décembre 1952 : vent de Nord-Est et Nord-Ouest (mauvais temps général en mer).

là d'un facteur susceptible de jouer un rôle dans la construction de formes littorales. Celles-ci sont influencées également, même en été, par beau temps, par l'action des vagues à la côte, déformation de la houle liée à la brise de mer.

De plus, l'été, sous l'action du sirocco (appelé xeloc à Palma) et l'hiver, sous l'action des vents du Nord-Est et Nord-Ouest, de véritables tempêtes sont capables de faire déferler la mer sur la côte à plus de 20 m. de la ligne du rivage. Ce phénomène peut influencer certaines formes de relief côtier.

II. — *DESCRIPTION REGIONALE DES FORMES LITTORALES*

Nous n'avons considéré qu'une portion très limitée du littoral de Majorque (superficie totale 3.500 km²) tandis que la superficie beaucoup plus réduite d'Ibiza (570 km²) facilitait des recherches plus générales.

Baie de Palma de Majorque, Etude de la côte a Cas Catala. — Il s'agit d'une côte rocheuse peu abrupte. Comme sur les autres

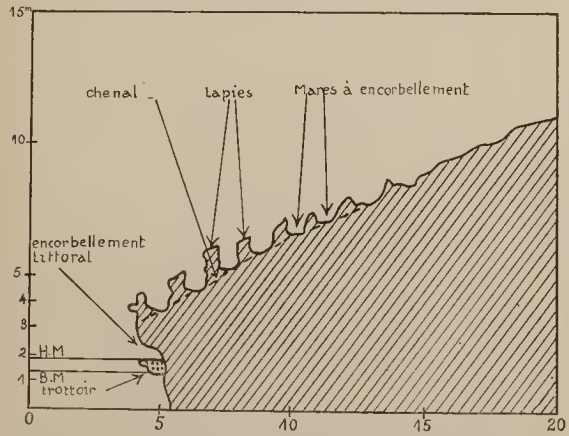


Fig. 4. — Zonation des formes littorales dans la baie de Palma de Majorque (Cas Catala). (Les hachures de la figure sont sans rapport avec la stratification des couches). Zone a) lapiés, zone b) encorbellement littoral, zone c) trottoir à *Tenarea*.

Source : MNHN, Paris

rivages de Méditerranée, on rencontre au niveau supérieur de l'eau calme un *encorbellement littoral*, surplomb au niveau supérieur de l'eau calme, ici relativement peu important (de 0 m. 50 à 1 m.) et variable suivant la pente (fig. 4). Il ne domine que d'assez peu le *trottoir*, corniche découvrant en partie à basse mer et construite par l'algue *Tenarea tortuosa*. Ici, ce trottoir est presque continu et sa largeur de 0 m. 20 m. à 0 m. 40 ne dépasse qu'exceptionnellement 0 m. 50, cette formation disparaît pourtant par endroits. Des fragments de trottoir existent à quelques mètres du rivage sur des blocs rocheux isolés. Le mouvement des vagues explique que le trottoir soit périodiquement submergé, puis qu'il émerge (10 à 20 cm.). Cette station est de mode battu, elle était exposée à une brise de mer assez forte, par beau temps d'août. Au-dessus de l'encorbellement, se trouve la zone des lapiés, rochers soumis à une corrosion marine intense, à arêtes vives, vermiculés et déchiquetés; les îlots situés en avant de la côte sont à un stade d'évolution plus poussé. Dans la zone supralittorale, les lapiés isolent des *mares à encorbellement* à fond plat, de forme circulaire ou elliptique, et de dimensions variables (0 m. 10 à 1 m. dans la plus grande dimension). Les mares les plus élevées sont abandonnées, les autres remplies d'eau de mer sont en communication avec la mer, par des chenaux plus ou moins profonds (le plus souvent quelques centimètres, parfois 3 à 4 m.), entaillant lapiés et encorbellement. Ces chenaux résultent de la dissolution d'un calcaire jurassique (oxfordien) jaune, compact, très dur, à grain fin, que l'on rencontre sur toute la côte étudiée. Il est à noter qu'aucun matériel détritique ne remplit ces mares. Des algues calcaires forment sur le pourtour des mares une croûte se distinguant mal de la roche qui leur sert de support, de couleur rose violacée. Ces mares sont séparées par des crêtes tranchantes, de place en place, apparaissent des végétaux halophiles, notamment *Salicornia herbacea* et *Statice minuta*. On retrouve donc bien la zonation caractéristique des rivages méditerranéens [10 a] à savoir : lapiés et mares à encorbellement (zone a), l'encorbellement littoral (zone b) et le trottoir (zone c).

Baie de Palma de Majorque, Zone d'Illetas. — Bien que cette côte présente des analogies avec celles de *Cas Catala* : abrupt peu marqué, hauteur faible (20 à 30 m.) la zonation des formes littorales subit certaines modifications; on semble se trouver ici en face d'un stade plus avancé d'évolution du littoral. En effet, la zone « a » ne présente plus le même aspect: des groupes de lapiés vermiculés (Phot. 1), en bordure du rivage, avec un encorbellement réduit, portent les coussinets de *Tenarea tortuosa*,

Sonor MUHIN, Paris

isolant des mares au niveau de la mer (fig. 5); certaines, de plus de 3 m. dans leur plus grande dimension, sont en communication constante avec la mer par des chenaux de 0 m. 50 à 2 m. environ. L'action des vagues se fait sentir à l'intérieur des mares sous le simple effet du marnage. Certains de ces lapiés sont isolés en avant de la ligne du rivage. Les mares sont séparées les unes des autres par d'épaisses cloisons constituées par la roche en place, de hauteur réduite (moins de 0 m. 50), sur lesquelles vivent des Mélobésiées incrustantes, ainsi que des colonies de Balanes qui forment un

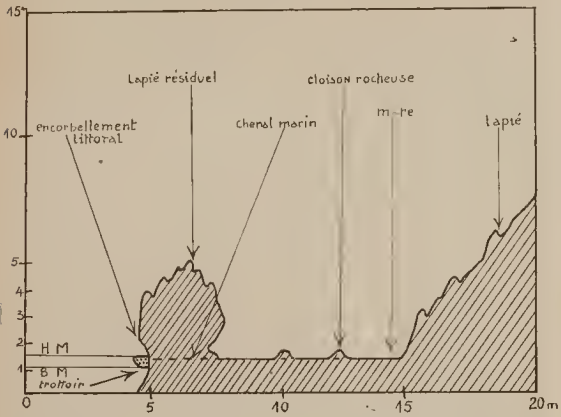


Fig. 5. — Zonation des formes littorales dans la baie de Palma de Majorque (Les Illetas). (Les hachures de la figure sont sans rapport avec la stratification des couches.)

revêtement important dont le rôle protecteur a été signalé. Dans les mares se trouvent des algues, constamment immergées, formant un tapis végétal particulièrement dense. En ce qui concerne la zone « a », on peut se demander s'il s'agit à proprement parler de mares à encorbellement semblables à celles décrites plus haut, souvent en altitude sur le rivage; ne s'agirait-il pas, au contraire, d'un début d'évolution des formes précédentes vers la formation d'une plate-forme à vasques à peine ébauchée, par dégagement des lapiés l'encadrant, dont certains, déjà isolés, ont un aspect résiduel [10 a]?

Source MNHN Paris

Ce type d'aplanissement marin, caractéristique de la côte atlantique marocaine, n'est pas totalement absent de la Méditerranée : côte aux environs d'Alger notamment à Tipasa [10 b et 19].

Parmi les facteurs pouvant expliquer cette évolution particulière, on peut faire intervenir la nature de la roche calcaire jurassique de moindre résistance, à grains fins et grisâtres, et relativement poreuse. La structure, l'orientation et le faible abrupt de la côte à Illetas, formée d'une série de caps exposés directement à l'action des vagues en relation avec la brise dominante du Sud et Sud-Est, en été, pourraient être d'autres facteurs déterminants.

Côte Ouest et Nord-Ouest d'Ibiza, Coves-Blanques et Cala Grasio. — La côte à Coves-Blanques, rocheuse, très basse, offre une pente subhorizontale (Phot. 2 et 3); elle est soumise, en hiver, aux vents dominants de Nord-Ouest et Nord-Est; en été, elle peut être battue par des vagues liées à la houle dérivant du sirocco du Sud-Ouest. La forme littorale la plus caractéristique se trouve réalisée par les *mares;* celles-ci, de taille variable (de 0 m. 10 à 2 m. dans la plus grande dimension), s'étendent jusqu'à 10 ou 15 m. à l'intérieur des terres. Elles sont disposées et étagées suivant la stratification des couches : calcaire brunâtre fissuré et peu résistant du miocène, grès miocène (arenisca) dont les particules de quartz sont unies par un ciment calcaire filons d'oxyde de fer, entre calcaire et grès (fig. 6).

A l'intérieur des mares, on note d'importants dépôts salins; des feuilles de *Posidonia,* ainsi que du sable et des galets, matériaux détritiques d'origine pluviale, dont la présence semble prouver l'existence d'une action mécanique qui se surajoute aux actions chimiques. Souvent la plate-forme est déchiquetée à tel point que les cloisons séparatrices ont l'aspect de lapiés de dimensions réduites. Ces mares sont reliées entre elles et communiquent avec la mer par de larges et profonds chenaux. Une telle côte constituée par un matériau aussi stratifié et relativement friable ne peut présenter qu'un *encorbellement* des plus réduits, surplombant la mer de quelques dizaines de centimètres. On note de place en place, la présence de fragments réduits d'un *trottoir* à *Tenarea* peu caractéristique, reposant sur une *plate-forme* d'abrasion marine recouverte de *Vermets.* Plate-forme et trottoir se différencient néanmoins du fait que la première est immergée constamment de quelques centimètres, tandis que le second, situé dans la zone intertidale émerge périodiquement. Cette plate-forme à Vermets paraît caractéristique, elle atteint en certains points une longueur dépassant 3 m, ceci s'explique en raison du matériel rocheux qui est ici un

calcaire ou un grès tendre. Ainsi la zonation typique définie précédemment, n'est pas totalement respectée; chacune des zones présente des caractères originaux.

Dans la zone « a », les mares étagées sont de dimensions plus importantes que dans les autres régions envisagées; ceci pour deux raisons : la côte plus basse permet à l'eau de mer de pénétrer abondamment dans les mares de l'étage inférieur, celles-ci ont pu, d'autre part, se développer facilement suivant des strates régulièrement étagées. Les lapiés ont un aspect insolite, ce sont des cloisons subhorizontales, vermiculées, mais peu déchiquetées. Quant à la zone « h », elle est caractérisée par un encorbellement peu important. Le trottoir est particulièrement réduit, et dans la zone infralittorale apparaît une plate-forme à Vermets.

Le littoral proche de Cala Grasio offre des formes de relief beaucoup moins nettes (zones a et b). Le trottoir se présente sous forme d'éléments fragmentaires dans les eaux calmes, parfois il est totalement inexistant (fond de la Cala). On ne trouve pas de plate-forme typique à Vermets comme sur le littoral de Coves Blanques, ce qui est sans doute à mettre en relation avec la nature du substrat, conglomérats miocènes (galets cimentés par un calcaire rougeâtre), matériel plus dur. Nos observations concordent avec celles que Molinier a faites dans cette station [18].

Côte Ouest et Sud-Ouest d'Ibiza, Cala Bassa, Ile Vedra, La Canal. — Cala Bassa est une baie largement ouverte, dans un matériel tendre miocène (calcaire gréseux), comme à Coves Blanques; elle est soumise aux vents du Nord-Est et, de ce fait, elle aussi, assez fortement battue par les vagues. La zonation classique des formes littorales ne se retrouve pas non plus ici entièrement. Les *lapiés* sont déchiquetés et les mares, situées à plusieurs mètres de hauteur, très profondes (jusqu'à 1 m. 50). La plupart, abandonnées, contiennent à l'intérieur, outre un dépôt salin, d'important matériaux détritiques parfois de grandes dimensions : galets, cailloux, matériaux réutilisés par la mer.

L'encorbellement littoral est particulièrement net sur cette côte (Phot. 4). Au fond de la baie sableuse, nous avons remarqué l'existence de vastes plates-formes rocheuses, immergées à plus de 0 m. 50, partiellement recouvertes de sable; certaines atteignent près de 15 m. de long sur 5 à 10 m. de large. Il ne nous a pas été possible d'identifier la présence de Vermets, mais par contre une végétation très dense d'algues parmi lesquelles dominent : *Jania rubens, Cystoseira* chargé de nombreux épiphytes, *Padina Pavonia;* à la face inférieure du rebord externe de la plate-forme se trouvent

Source MNHN Paris

des peuplements d'algues sciaphiles : *Peyssonnelia, Halimeda, Udotea.* Dans ce tapis végétal, quelques échantillons typiques d'algues calcaires ont été prélevés et seront analysés plus loin. La présence de ces plates-formes qui ne semblent pas des formations *in situ* pose un problème; il pourrait s'agir de blocs rocheux, détachés des bords de la crique et amenés sur la plage sableuse.

Sur la côte Ouest d'Ibiza de l'île de Conejera à l'île de Vedra, on retrouve la zonation habituelle; cette côte formée par des assises de calcaires urgoniens compacts possède un abrupt remarquable de l'ordre de 100 m., ce qui explique l'absence de mares à encorbellement. Les calas présentent quelques particularités, telle *Cala Vadella;* celle-ci, étroite et profonde d'environ 500 m., est à l'abri de tous les vents, vu son orientation. Le trottoir est donc réduit par suite de l'action des vagues à la côte, pratiquement nulle; l'encorbellement est faible et les lapiés peu caractéristiques.

Aux abords de cette côte, l'île de Vedra, horst de calcaire urgonien, d'altitude maximum 381 m., offre des abrupts remarquables de plus de 200 m. Dans de telles conditions, il est évident que des formes de dissolution n'ont pu se développer de manière typique; la base des versants est envahie par des cônes d'éboulis. Quelques *lapiés* déchiquetés à l'extrême, se trouvent isolés en avant de la ligne du rivage. *Le trottoir* qui, parfois ne dépasse pas 0 m. 30 à 0 m. 40 de large, présente un développement maximum dans les zones les moins battues, l'île cependant est particulièrement exposée sur sa face Sud à la brise et sur sa face Nord aux vents d'hiver. Le détroit séparant Vedra d'Ibiza est à peine large de 2 km., lui-même soumis à des mouvements violents de vagues liés à des phénomènes d'interférence et de réflexion.

Notons qu'aux environs de La Canal, au Sud d'Ibiza, on retrouve une côte abrupte dans les calcaires résistants du Jurassique supérieur, avec des formes littorales identiques à celles décrites précédemment.

Côte Est d'Ibiza, Cala Llonga, Santa Eulalia. — Sur cette côte abrupte et formée d'un matériel jurassique calcaire, lapiés et mares de dimensions importantes font défaut; mais dans cette zone, soumise presque exclusivement à la brise d'été et, par là même, à des vagues à la côte assez violentes (hauteur de l'ordre de 1 m.), des éléments de trottoir à *Tenarea* ont pu se développer; ceci est aussi vrai pour la baie sableuse de Santa Eulalia que pour l'étroite crique de Cala Llonga.

Il nous a paru opportun de rassembler les éléments, nécessairement épars dans la description régionale précédente, pour essayer

de tirer des constatations d'ordre général tant en ce qui concerne les formes d'érosion que celles résultant d'une construction.

III. — *CARACTERES GENERAUX, PROCESSUS D'ELABORATION, PEUPLEMENT VEGETAL DES FORMES LITTORALES*

A. Formes d'érosion marine : les Mares. — Une des formes les plus intéressantes, dans le cadre d'une telle étude, est représentée par les mares, mais, en raison des relations étroites qui unissent celles-ci aux lapiés et à l'encorbellement littoral, il convient de signaler les traits originaux de ceux-ci.

Les lapiés littoraux, parfois difficiles à distinguer de ceux d'origine continentale, à la limite de la zone de déferlement et des embruns sur la côte, sont généralement les plus déchiquetés (Cas Catala) contrairement, semble-t-il, à ce qui a été parfois affirmé [9]. Les plus beaux lapiés vermiculés se trouvent aux endroits les plus exposés, au sirocco et aux vents de Nord et Nord-Est (Illetas et Ile Vedra) et correspondent à des formations de calcaires particulièrement compacts et résistants. La répartition, les formes et les dimensions des ces lapiés sont très variées : rochers formant écueils en avant de la ligne du rivage, lapiés dominant l'encorbellement littoral, cloisons séparant les mares. La continuité de *l'encorbellement littoral* sur les côtes des Baléares est à mettre en relation avec le faible marnage de la Méditerranée. L'importance de cet encorbellement (jusqu'à 1 m. 50) est fonction de la dureté de la roche et de la topographie de la côte, les côtes basses ou très abruptes ne présentent qu'un encorbellement réduit (quelques dizaines de centimètres).

Les mares constituent un milieu original au-dessus de l'encorbellement littoral et au milieu des lapiés, par leur physionomie, par les processus qui leur ont donné naissance, par la flore qui s'y développe. Partout, les mares, indépendantes de la pente de la côte, ont un fond plat, elles sont surplombées par des lapiés; lorsque la côte présente une stratification très nette (Coves Blanques) ce sont de véritables plates-formes disposées en gradins. Leurs dimensions varient de quelques centimètres à 2 m. dans la plus grande longueur, il en est de même pour leur profondeur (quelques centimètres à 1 m. 50) (1). Ces mares sont remplies d'eau de mer en quantité variable suivant l'abrupt de la côte. Certaines, situées au niveau de la mer, communiquent avec celle-ci

(1) Les encoches caractéristiques sur le bord de certaines mares sont à mettre en relation avec la corrosion qui s'exerce sur leurs parois.

Source : MNHN, Paris

par un chenal; elles sont toujours alimentées par une eau renouvelée, l'action des vagues s'y fait sentir. Les conditions réalisées, différant assez peu de celles de l'eau de mer libre, permettent l'installation d'une flore variée comprenant Phéophycées et Rhodophycées. Ces mares sont séparées par des cloisons rocheuses où se développent parfois des algues calcaires et des colonies de Balanes immergées par suite du jeu du marnage. Ces organismes n'ont pas d'action constructrice, ils se fixent sur la roche qui leur tient lieu de support et qu'ils protègent de la dissolution. On note aussi la présence de Cyanophycées qui se sont installées sur la cloison et, pour ce faire, ont creusé la roche. D'autres mares sont situées dans l'étage supralittoral; certaines abandonnées par temps calme par suite de l'évaporation, renferment un dépôt de sel cristallisé attestant un passage antérieur de la mer avec laquelle elles communiquent par des *chenaux* au profil transversal très aigu et de profondeur très variable, au maximum plusieurs mètres. Ces chenaux relient également les mares entre elles. Parmi ces dernières, il en est qui contiennent de l'eau de mer; mais les conditions physico-chimiques [15] très spéciales qui se trouvent réalisées, notamment les variations de concentration et de pH ne permettent que l'installation d'une flore réduite, au moins à la saison d'été. Des Mélobésiées trouvent parfois, dans le fond des mares, ou sur le bord des parois, le substrat indispensable à leur existence. Ces algues se présentent sous la forme de petites croûtes adhérentes, épaisses de quelques millimètres, de couleur rose violacée.

De nombreux facteurs doivent jouer un rôle dans la formation de ces cuvettes. Un matériel calcaire, homogène et fortement diaclasé, facilite l'agrandissement progressif des mares (calcaire et grès à Coves Blanques). L'abrupt, plus ou moins prononcé de la côte, n'est pas sans exercer lui aussi une influence; une côte rocheuse, basse, facilite le déferlement, d'où la formation de mares de grande taille; tandis qu'à une côte abrupte limitant le déferlement correspondent des mares plus réduites. Ce déferlement diffère suivant les saisons; en été sur une grande partie du littoral, seul le marnage agit (Cala Grasio) sauf dans les régions soumises à des brises assez fortes (I. Vedra). A la saison froide, le problème se complique en raison du déferlement à la côte (surf) lié aux vents de Nord et de Nord-Est : à Cala Grasio, la mer, qui pénètre jusqu'à 15 et 20 m. à l'intérieur des terres selon un plan relativement incliné, arrive à coucher des *Juniperus* dont la base est momentanément submergées (*). Lors du jet de rive (uprush) la mer n'uti-

(*) Ce mécanisme a été observé par M. Planas et confirmé par M. Sora.

lise que très peu les chenaux; à la redescente (backwash) la majeure partie de l'eau s'écoule suivant la ligne de plus grande pente de la côte; la fraction restante emprunte alors les chenaux.

Par suite de cette arrivée considérable d'eau sur le littoral, compte tenu également des températures relativement basses de l'atmosphère et de l'eau de mer, la saison froide est donc tout à fait favorable à la *dissolution du calcaire*, le carbonate de calcium étant beaucoup plus soluble à froid qu'à chaud.

Le problème de la corrosion du calcaire, très complexe, qui n'est pas résolu à l'heure actuelle, a suscité des interprétations fort intéressantes. La plus généralement admise [10 a et c] faisait intervenir la photosynthèse réalisée par les algues vertes : le gaz carbonique, éliminé la nuit par ces végétaux et non compensé par l'apport résultant de l'assimilation chlorophyllienne, abaisserait le pH ce qui permettrait la dissolution du calcaire. Selon une conception toute récente [20] basée sur des observations faites dans l'archipel des Tuamotu, l'érosion résulterait d'une dissolution progressive de la roche par un acide organique secrété par certaines algues. Des auteurs anglo-saxons [10 c] pour expliquer cette dissolution chimique, ont fait intervenir une alternance d'humidification et d'assèchement dans les mares supralittorales.

En plus de cette érosion chimique, une *action mécanique* se manifeste par endroits, attestée par la présence de matériel subaérien dans les mares : galets roulés, gravier et sable (Coves Blanques) (Cala Bassa). Ce matériel vient du sommet de la côte il est transporté dans les mares par les averses torrentielles d'été et d'automne (fig. 6). Il est peu probable que ce soit la mer, malgré les déferlements importants notés en hiver, qui soit capable de véhiculer ce matériel (*). Une preuve de l'action du ruissellement est fournie par la présence de Graminées dans de petites rigoles reliant les mares entre elles, différentes des chenaux marins et creusées par les eaux de ruissellement. Une autre preuve réside dans le fait que si certaines mares sont abandonnées et contiennent des dépôts salins, d'autres renferment une eau saumâtre, résultant de la dissolution des dépôts marins par l'eau courante. Ce matériel à pied d'œuvre au début de l'automne (sept.-oct.) peut être repris à la saison froide alors que joue un ressac important, et qu'on note justement un fléchissement de la pluviosité hivernale (nov.-déc.-janv.). Il s'agit là indiscutablement d'une érosion mécanique due à l'eau de mer par l'intermédiaire d'un matériel apporté par les eaux de pluie; la mer n'occupe donc que temporairement les mares.

(*) Informations communiquées par M. Planas.

L'érosion, à la fois mécanique et chimique dans les mares, quels que soient les processus chimiques invoqués, de même que l'érosion purement chimique à la base de la côte et responsable de l'encorbellement, permettent peut-être d'envisager une évolution dans le développement du littoral, dont le terme ultime serait la formation de plates-formes à vasques dans les parties saillantes de la côte fortement battue par les vagues.

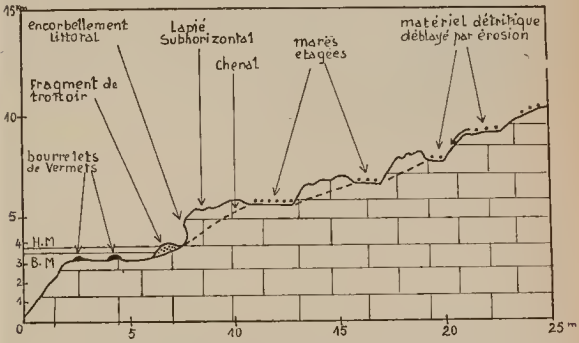


Fig. 6. — Zonation des formes littorales sur la côte Nord-Ouest d'Ibiza (Coves Blanques). 1. Zone supralittorale : mares et lapiés, encorbellement. — 2. Zone intertidale : fragments de trottoir à *Tenarea*. — 3. Zone infralittorale : forme à Vermets

B. Autre forme d'érosion : la plate-forme a Vermets. — Lorsqu'on étudie les différentes formes littorales aux Baléares, il convient de rappeler les caractéristiques d'une formation qui, dans cette région [18] et dans d'autres stations des côtes méditerranéennes [11 et 19] a suscité des observations intéressantes.

Il s'agit d'une forme due *à l'érosion* physico-chimique, située dans la zone infralittorale, à une vingtaine de centimètres au-dessous du niveau moyen, mais qui est *protégée* par des organismes animaux. Nous avons observé de vastes plates-formes atteignant plusieurs mètres de largeur, presque horizontales (Coves Blanques). Les *Vermets* forment une couche d'épaisseur variable, parfois réduite (Cala Grasio) parfois atteignant plusieurs centimètres. Une flore d'algues se développe sur le rebord externe avec notamment *Jania* et *Cystoseira;* sous ce rebord, on retrouve *Halimeda, Udotea*...

Les Vermets sont recouverts par endroits, par des Mélobésiées incrustantes du trottoir à *Tenarea,* appartenant à l'étage intertidal.

Partout où nous avons observé cette plate-forme, le substrat était constitué par des roches tendres, calcaires et grès du Miocène, la côte était basse et de mode battu. Il semble donc y avoir un lien entre le faible abrupt de la côte et la présence de plates-formes importantes.

C. Forme de construction par l'algue Tenarea : le Trottoir. — Le trottoir a déjà fait l'objet d'études détaillées sur le pourtour de la Méditerranée occidentale, aussi ne nous attarderons-nous pas à sa description morphologique, pas plus qu'aux conditions qui permettent son établissement.

Rappelons cependant que le trottoir est une corniche surplombée directement par l'encorbellement littoral, située dans la zone intertidale et découvrant partiellement. Cette formation existe, discontinue, sur le littoral des Baléares. Sa largeur varie de quelques dizaines de centimètres à moins d'un mètre environ. La combinaison de différents facteurs explique les modifications dans le développement du trottoir. Le marnage réduit en Méditerranée (0 m. 20 à 0 m. 40 dans la baie de Palma) par suite d'une communication difficile de la mer avec l'Océan (détroit de Gibraltar étroit et seuil peu profond) est responsable de l'alternance de l'émersion et de la submersion de l'algue dans un laps de temps très bref. Ce trottoir se fixe sur un substratum de nature variée, mais généralement dur, notamment calcaires du Trias et du Jurassique. Alors que, sur les côtes rocheuses basses, constituées par un matériel tendre, nous avons observé des plates-formes à Vermets avec des éléments réduits de *Tenarea*, sur les côtes abruptes, un trottoir plus développé s'est fixé à un support résistant. L'importance du trottoir est à mettre en relation avec l'agitation de la mer créée par *les vagues à la côte.* Dans les zones très battues, le trottoir peut se développer mais il se présente comme une formation réduite et discontinue (Ile Vedra). Cet aspect est à peu près semblable dans les eaux calmes, notamment au fond des calas telle Cala Vadella; les conditions optima sont réalisées dans les régions moyennement battues et relativement sombres.

Le trottoir comprend, en surface, outre *Tenarea tortuosa,* qui a l'aspect de masses contournées avec des protubérances de formes variées, des Mélobésiées incrustantes [13]. Parfois, le trottoir se réduit à celles-ci; ailleurs on remarque, de place en place, des coussinets de *Tenarea,* enfin, on retrouve de véritables corniches sail-

Source : MNHN, Paris

lantes. Seule, la partie extérieure est formée d'algues vivantes, l'intérieur a l'allure d'une véritable roche constituée de débris d'algues réunis par un ciment.

A la face supérieure, se trouvent des algues filamenteuses qui, du fait d'une immersion temporaire vivent dans des conditions bien spéciales et, pour une bonne part, disparaissent l'été, c'est-à-dire à l'époque à laquelle se situent nos observations. A la limite de la zone intertidale se rencontre souvent *Jania rubens* en touffes épaisses, celle-ci vit également en épiphyte sur de nombreuses espèces de l'étage infralittoral.

A la face inférieure du trottoir, toujours immergée, se rencontrent les espèces sciaphiles habituelles. Une étude plus détaillée montrerait des variations dans les éléments constituant la flore du trottoir, variations qui semblent correspondre à des stades divers d'évolution, en relation avec les conditions dans lesquelles celui-ci s'établit.

IV. — *ÉTUDE CRISTALLOGRAPHIQUE ET CHIMIQUE DE QUELQUES ALGUES CALCAIRES*

TABLEAU I

		Calcite	*Aragonite*
	CHLOROPHYCÉES		
SIPHONOCLADALES			
— Siphonocladacées			
Anadyomene stellata (Wulf.) Ag.	(1)	+	—
— Cladophoracées			
Cladophora sp.	(1)	+	—
DASYCLADALES			
— Dasycladacées			
Dasycladus clavaeformis (Roth) Ag.	(2)	+	traces
SIPHONALES			
— Codiacées			
Halimeda Tuna (Ell. et Sol.) Lamour.	(2)	—	+
	PHÉOPHYCÉES		
DICTYOTALES			
— Dictyotacées			
Padina Pavonia Gaillon	(1, 2)	—	+
	RHODOPHYCÉES		
CRYPTONÉMIALES			
— Squamariacées			
Peyssonelia rubra (Grev.) J. Ag.	(2)	—	+
Peyssonelia polymorpha (Zanard.) Schm.		—	+
— Corallinacées			
• Corallinées	(1)	+	—
Jania rubens (L.) Lamour.		+	—
Corallina mediterranea Aresch.	(2)	+	—
Corallina officinalis L.	(2)	+	—
• Mélobésiées (2)			
Lithothamnium sp.	(3)	+	—
Melobesia Lejolisii Rosanoff	(3)	+	—
Melobesia farinosa Lamour.	(a)	+	—
Dermatolithon littorale Suneson	(a) (b) (c)	+	—
— *papillosum* (Zanard) Foslie	(b) (c) (d)	+	—

(1) Algues récoltées à Cas Catala (trottoir).
(2) Algues récoltées à Cala Bassa (plate-forme).
(3) Algues récoltées épiphytes.

Il s'agit des espèces dominantes car le plus souvent celles-ci sont entourées d'un cortège de Mélobésiées très mêlées, par conséquent difficiles à déterminer et qui, toutes, révèlent l'existence de calcite dans leur thalle.

Support (a) *Udotea petiolata* (2).
(b) *Laurencia obtusa* (1).
(c) *Cystoseira* (2).
(d) *Halopteris scoparia* (1).

Source : MNHN, Paris

Dans le cadre d'une telle étude, il paraît intéressant d'examiner la composition minérale d'un certain nombre d'algues calcaires vivant dans les zones précédemment étudiées. Les unes appartiennent à la végétation au voisinage du trottoir à Cas Catala, d'autres proviennent de plates-formes immergées à Cala Bassa. En outre nous avons complété cette étude en considérant quelques espèces de Mélobésiées épiphytes se développant sur des supports variés. La constitution de ces végétaux énumérés dans le tableau I sera étudiée par examen aux Rayons X et par analyses chimiques.

Etude a l'aide des rayons x.

Les fragments de végétaux ont été examinés à l'aide de rayons X issus d'une anticathode de cuivre avec interposition d'un monochromateur Guinier à lame de quartz courbe, permettant d'obtenir un rayonnement monochromatique K_α de longueur d'onde $\lambda = 1{,}540$ Å. A la sortie du monochromateur se trouve une chambre de diffraction Seeman-Bohlin caractérisée par le fait que l'échantillon et le film sont situés sur le même cylindre. Le fragment d'algue légèrement pulvérisé est placé entre deux feuilles de rhodoïd insérées entre deux surfaces métalliques circulaires vissées l'une sur l'autre laissant une lumière au centre. Ces feuilles de rhodoïd n'ajoutent au diagramme qu'un très léger fond continu, beaucoup plus faible que celui dû aux matières organiques contenues dans les algues. Le temps de pose est d'environ une heure si l'on opère avec une intensité de 5 milliampères et sous une tension de 40 kilovolts.

Les résultats obtenus ont permis d'identifier « in situ » la calcite et l'aragonite dans les espèces végétales précédemment mentionnées (Tableau I).

Pour réaliser les clichés reproduits ci-après (Pl. III) où la comparaison des diagrammes est directement sensible à l'œil, nous avons utilisé une chambre imaginée par P. M. de Wolff, permettant d'obtenir quatre spectres à la fois. Dans ce cas, la poudre a été agglomérée avec de la vascline qui donne quelques raies de diffraction (marquées d'un point sur les clichés). Le temps de pose a été alors de 2 heures. La mesure des distances des raies à la trace du faisceau direct, permet de calculer les angles de réflexion sélective, si l'on connaît le diamètre de la chambre soit 11 mm. 40. Il suffit alors, pour déterminer les distances des divers plans du cristal d'appliquer la formule de Bragg : $n \lambda = 2 d \sin \Theta$.

Les résultats consignés dans le tableau I appellent un certain nombre de remarques. Les deux variétés principales de carbonate

de calcium se retrouvent dans les différentes classes d'algues. Mis à part le résultat fourni par *Dasycladus clavaeformis* constitué en majeure partie de calcite à laquelle s'ajoutent des traces d'aragonite, on ne rencontre en règle générale comme nous l'avions observé à plusieurs reprises [27], qu'une variété cristallographique dans une espèce déterminée. Bien souvent même, c'est une variété qui caractérise une famille, ainsi les Corallinacées, qu'il s'agisse de Corallinées ou de Mélobésiées comprennent des espèces contenant dans leur thalle de la calcite.

D'autre part il est important de noter que l'on trouve l'une à côté de l'autre, vivant rigoureusement dans les mêmes conditions, des plantes élaborant l'une de la calcite, l'autre de l'aragonite. Mieux encore, une algue telle que *Jania rubens* par exemple, se rencontre sur des supports variés, certains contenant de l'aragonite (*Padina*). L'existence de ces faits rend particulièrement délicate l'interprétation du mécanisme d'élaboration de ces deux variétés.

La lecture des diagrammes représentés sur la Pl. III révèle une coïncidence exacte des raies constituant les spectres des algues *Halimeda, Padina, Peyssonelia,* avec celles du corps de référence (aragonite de Hongrie), mais il n'en est pas de même lorsqu'il s'agit de la calcite. Bien que, les trois algues *Jania rubens, Corallina officinalis, Corallina méditerranea,* présentent des spectres ne laissant pas de doute sur l'existence de la calcite les raies sont plus floues et décalées par rapport à celles de la calcite.

On a, depuis longtemps, signalé dans les algues calcaires l'existence de carbonate de magnésium qui serait associé au carbonate de calcium. Or ni la giobertite, ni la dolomie ne se manifestent aux rayons X. Les particularités du diagramme de la calcite permettent de penser avec K. E. Chave [22] que les algues calcitiques contiennent du carbonate de magnésium, vraisemblablement en solution solide dans le calcaire. Le remplacement dans le cristal des ions calcium par les ions magnésium de rayon plus petit a pour effet de faire varier les paramètres du réseau qui décroissent avec la concentration en magnésium.

Nous avons calculé les distances réticulaires correspondant au plan de clivage de la calcite et trouvé 2,989 Å pour *Jania rubens*, 2,992 pour *Corallina mediterranea* et 2,991 pour *Corallina officinalis* au lieu de 3,040 pour la calcite précipitée par voie chimique. D'après la courbe donnée par K. E. Chave, ces distances réticulaires impliquent des teneurs en carbonate de magnésium de 15,5 % pour *Jania rubens* et 14,3 % pour les deux *Corallina*.

Source MNHN Paris

Par ailleurs, ces résultats confirment ceux obtenus par PÉRINET [25], notamment avec le trottoir à *Tenarea*; selon cet auteur la maille élémentaire de la calcite est modifiée par la présence du magnésium; dans le réseau, deux atomes de calcium sur 15 sont remplacés par du magnésium. On pourrait donc opposer les algues possédant de la calcite, cette dernière ayant une structure modifiée par suite de la présence du magnésium à celles qui contiennent de l'aragonite qui, elle, ne subit aucune modification.

ANALYSES CHIMIQUES.

De manière à confirmer ces hypothèses, une étude d'ordre chimique a été tentée pour deux algues à aragonite et une à calcite présentant un déplacement des raies maximum, appartenant à trois groupes bien distincts du point de vue botanique.

a) *Spectrographie d'arc.*

Des analyses spectrales effectuées dans la région comprise entre 2 300 et 5 900 Å ont donné les résultats suivants :

TABLEAU II

	B	Si	Ti	P	V	Na	K	Ca
Jania rubens	+	+	+	0	0	+	+	+++
Halimeda Tuna	++	+	+	0	0	+	+	+++
Padina Pavonia	++	+	+	0	0	+	+	+++

	Sr	Mg	Al	Mn	Fe	Cu	Zn	Pb
Jania rubens	+	++	+	0	0	+	0	0
Halimeda Tuna	+	++	+	0	0	+	0	0
Padina Pavonia	+	++	+	0	0	+	0	+

L'ordre de grandeur des éléments décelés est exprimé par les signes :

+++ présence en quantité notable;
++ petite quantité;
+ traces;
0 absence.

Les analyses spectrales (1) confirment l'existence du magnésium en quantité notable accompagnant le carbonate de calcium. Divers

1. — Elles ont été effectuées au Laboratoire National d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers. D'après leurs analyses certains éléments même décelables par spectrographie peuvent échapper à leur examen.

éléments apparaissent en outre comme cela avait déjà été signalé pour certains d'entre eux [23, 26]. Le sodium, le potassium, le cuivre, l'aluminium et le titane se trouvent dans les trois échantillons, le plomb n'a été trouvé que dans *Padina Pavonia*. Parmi les métalloïdes, il convient de signaler l'existence du silicium et du bore, ce dernier en quantité importante chez *Halimeda* et *Padina*, tandis que le phosphore n'a pas été décelé.

b) *Analyses quantitatives.*

Les constituants SiO_2, Al_2O_3, FeO_3, CaO, MgO ont été dosés d'après les méthodes suivantes :
la silice par insolubilisation chlorhydrique et volatilisation fluorhydrique, la somme alumine + sexquioxyde de fer par gravimétrie, l'oxyde de fer par colorimétrie à l'orthophénantroline, la chaux à l'état de sulfate, la magnésie à l'état de pyrophosphate.

Les résultats sont groupés dans le *tableau III*.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO
	—	—	—	—	—
Jania rubens	0,007	0,30	0,06	39,65	7,45
Halimeda Tuna	0,32	0,25	0,05	35,60	2,75
Padina Pavonia	0,77	0,55	0,20	33,50	3,35

La teneur en magnésium correspond à une teneur en carbonate de magnésium du même ordre de grandeur que celle trouvée par cristallographie.

Par ailleurs le magnésium se trouve en quantité nettement plus importante dans *Jania rubens*, algue à calcite que dans *Halimeda Tuna* et *Padina Pavonia* algues à aragonite.

Il existe donc une relation entre la variété cristalline et le rapport des teneurs en magnésium et en calcium.

Certains auteurs [24] ont étudié la précipitation des deux variétés de carbonate en fonction de leur teneur en magnésium d'une solution de bicarbonate de magnésium et de calcium. Ils ont trouvé qu'une forte teneur en magnésium favorisait la formation d'aragonite.

Cependant nous avons vu que les algues à calcite et à aragonite pouvaient se rencontrer dans le même milieu marin. Il faudrait donc penser que les cellules des algues à aragonite peuvent accumuler plus de magnésium dans leur suc cellulaire que les algues à calcite. Le fait que la teneur en magnésium des concrétions minérales est plus élevé dans le cas de la calcite que dans celui de l'aragonite est sans doute dû à une analogie de structure entre la calcite et la dolomie (ou la giobertite) qui permet la formation

Source MNHN Paris

de solution solide, alors que la dolomie et l'aragonite appartiennent à deux systèmes cristallins différents. On peut se demander sous quelle forme le magnésium subsiste dans les concrétions minérales des algues à aragonite. L'hypothèse d'une solution solide dans la calcite, en trop petite quantité pour apparaître par radiocristallographie est à exclure si l'on admet que les algues à aragonite secrètent exclusivement cette variété de calcaire mais on peut penser que le magnésium entre dans la composition d'autres sels que les carbonates : silicate, aluminate, borate dont l'élément métalloïdique a été décelé par l'analyse spectrale, ou d'autres sels non révélés.

CONCLUSION

La zonation des formes étudiées sur le littoral des Iles Baléares correspond à celle que les auteurs ont décrite sur d'autres rivages de Méditerranée occidentale : lapiés et mares étagées, encorbellement littoral, trottoir à *Tenarea* dans la zone intertidale plateforme à Vermets dans la zone infralittorale. Il convient de signaler cependant une extrême variété de combinaisons des formes littorales sur de faibles distances. L'explication est à chercher dans l'interaction de divers facteurs: structure d'un matériel essentiellement calcaire, abrupt de la côte, conditions climatiques et hydrologiques.

Nous avons mis en évidence certains caractères particuliers, dont le plus intéressant est le début de la réalisation, semble-t-il, de plates-formes à vasques, type qui se rencontre rarement dans une mer tiède sans marée. Un autre point qui mérite d'être signalé est le rôle de l'érosion mécanique se combinant dans les mares à une action chimique, comme le prouve la présence d'un important matériel détritique, véhiculé par les pluies d'automne en certains points de la côte. Mais pour intéressante que se révèle l'étude des formes liées au phénomène de dissolution des calcaires, elle est moins spécifique de la côte méditerranéenne que celle du trottoir dont la construction pose de nombreux problèmes. Il est, en tout cas, indiscutable qu'il n'est pas possible d'envisager cette forme de relief sans faire appel à la biologie marine. Inversement, l'étude des algues calcaires perd de son intérêt lorsqu'on ne tient pas compte du milieu indispensable à leur fixation : trottoir, plateforme à vermets, cloisons séparatrices des mares.

Ces végétaux qui possèdent la propriété d'accumuler en quantité considérable un sel présent dans l'eau de mer, fournissent au chimiste un intéressant champ de recherches. L'utilisation de

Source MNHN Fa

techniques chimiques nous a permis d'apporter une confirmation de la variété cristallographique caractérisant une espèce donnée, de préciser la composition minérale d'organismes végétaux qui, outre le calcaire, accumulent le carbonate de magnésium, ce dernier venant parfois perturber la structure du calcaire. Ainsi, si d'une part les végétaux étudiés ont l'aspect, la structure, la composition chimique modifiés par la présence du carbonate de calcium, les formes littorales envisagées correspondent, elles aussi avant tout, à des phénomènes de dissolution et de mobilisation du calcaire. Dans de telles conditions, la collaboration du géographe, du biologiste et du chimiste présente l'avantage de pouvoir envisager certains problèmes qui se posent dans un domaine où les frontières entre différentes disciplines s'estompent.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

GÉOLOGIE.

1 — *Carte Géologique* au 1/1 500 000 par l'Institut géologique d'Espagne, 1919.
Carte géologique au 1/500 000, *idem.*

2 — FALLOT P. — Etude géologique de la Sierra de Majorque. — Thèse, Paris, 1922.

3 — HERMITE H. — Etude géologique sur les Iles Baléares. — 1879.

4 — NOLAN H. — *a*) Note sur le trias de Minorque et Majorque. — *Bull. S. G. F.* **XV**, p. 593, 1887.
b) Sur les terrains triasique et jurassique des Iles Baléares. — *C. R. Ac. Sc.* **117**, p. 821, 1893.
c) Sur le jurassique et le crétacé des Iles Baléares. — *C. R. Ac. Sc.* **120**, p. 1360, 1895.

5 — SPIKER E. et HAANSTRA U. — Géologie von Ibiza. — 1935.

CLIMATOLOGIE.

6 — Centre Météorologique des Baléares. — Bulletin mensuel, Palma, **X**, n° **116**, 1952.

7 — Institut Espagnol d'océanographie. — Notes et résumés, **116**, 1940-43.

MORPHOLOGIE LITTORALE.

8 — RIROT P. et DRESCH J. — La Méditerranée et le Moyen Orient. — Tome I, P. U. F. *Orbis*, 1954.

9 — CORBEL J. — Les lapiaz marins. — *Rev. Géog. Lyon*, **37**, p. 379, 1952.

10 — GUILCHER A. — *a*) Essai sur la zonation et la distribution des formes littorales de dissolution du calcaire. (Bibliographie détaillée). — *Ann. Géo.* Mai-Juin 1953.
b) Morphologie littorale du calcaire en Méditerranée Occidentale. — *Bull. A. G. F.* Mars-Avril 1954.
c) Morphologie littorale et sous-marine. — P. U. F. *Orbis*, 1954.

d) Morphologie littorale in « La Géographie française au milieu du XXe siècle ». — Baillière p. 80, 1957.

BIOLOGIE MARINE.

11 — BLANC J. J. et MOLINIER R. — Les formations organogènes construites, superficielles, en Méditerranée Occidentale. — *Bull. Institut Océan. Monaco*, 1955. (Bibliographie détaillée).

12 — DELAMARE-DEBOUTTEVILLE Cl. et BOUGIS P. — Recherches sur le trottoir d'algues calcaires effectuées à Banyuls pendant le stage d'été, 1950. — *Vie et Milieu*, **11**, 2, 1951.

13 — FELDMANN J. — Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée. La côte des Albères. — *Rev. Algol.*, **10**, 1 à 4, 1938. (Bibliographie détaillée).

14 — HUVÉ P. — Etude expérimentale de la réinstallation d'un trottoir à *Tenarea* en Méditerranée Occidentale. — *C. R. Ac. Sc.* **239**, p. 323, 1954.

15 — LAMI R. — *a*) Sur l'hétérogénéité de quelques caractères physiques des cuvettes littorales. — *C. R. Ac. Sc.*, **198**, p. 1528, 1934.

b) Sur l'alcalinisation spécifique et la répartition des algues dans les cuvettes littorales. *C. R. Ac. Sc.* **199**, p. 615, 1934.

16 — LEMOINE Mme P. et HAMEL G. — Corallinacées de France et d'Afrique du Nord. — *Arch. Mus. Hist. Nat.* 7me série I, 1952.

17 — MARGALEF R. — *a*) Materiales par a la hidrobiologia da la isla de Ibiza. — *Publ. del. Inst. de Biologia applicada*, 1951.

b) Materiales par a la hidrobiologia da la isla de Mallorca. — *ibidem*, 1952.

18 — MOLINIER R. — Première contribution à l'étude des peuplements marins superficiels des îles Pithyuses (Baléares). — *Vie et milieu*, V, 2, 1954.

19 — PERÉS J. M. et PICARD J. — Les corniches calcaires d'origine biologique en Méditerranée Occidentale. — *Recueil Trav. Stat. Marine Endoume*, **4**, 1952.

20 — RANSON G. — Observations sur l'agent essentiel de la dissolution du calcaire dans les régions exondées des îles coralliennes de l'archipel des Tuamotu. (Conclusion sur le processus de dissolution du calcaire). — *C. R. Ac. Sc.*, **240**, p. 100, 1955.

21 — RODRIGUEZ J. J. — Algas de las Baleares, 1888.

CHIMIE VÉGÉTALE.

22 — CHAVE K. E. — *a*) A solid solution between calcite and dolomite. — *Journal of Geol.*, **60**, 2, p. 190, 1952.

b) Aspects of the Biogeochemistry of magnesium. 1. Calcareous marine organisms. — *Journ. of Geol.* **62**, 3, p. 266, 1954.

23 — LAGRANGE R. F. et TCHARKIRIAN A. — Sur la détermination spectrographique de quelques éléments existant en traces dans certaines algues calcaires. *Litholhamnium calcareum*. — *C. R. Ac. Sc.*, **209**, p. 58, 1939.

24 — MURRAY J. W. — The deposition of calcite and aragonite in caves. — *Journ. of Geol.*, **62**, 5, p. 481, 1954.

25 — PERINET G. et MICHAUD R. — Le magnésium des squelettes des organismes marins ne se trouve que dans le réseau de leur calcite, l'aragonite restant toujours pure. — *C. R. Ac. Sc.* **240**, p. 633, 1955.

26 — POBÉGUIN Th. — Contribution à l'étude des carbonates de calcium. — *Ann. Sc. Nat. Bot.* 11e série, 1954. (Bibliographie détaillée).

27 — WALTER LEVY L. et STRAUSS R. — *a*) Contribution à l'étude des concrétions minérales chez les végétaux. — *C. R. Ac. Sc.* **239**, p. 897, 1954.

b) Les sels de calcium chez les végétaux. — *Communication Congrès A. F. A. S.*, Caen, 1955.

c) Recherches sur les algues calcaires (en collaboration avec FRÉCAUT R.). — *Communication Congrès A. F. A. S.* Dijon, 1956.

d) Etude chimique de quelques algues calcaires. — *Bull. Labor. marit. Dinard*, **42**, p. 77, 1956.

ZONE LITTORALE DES ILES BALÉARES

1. — Groupe de lapiés; encorbellement littoral, coussinets de *Tenarea*; mare au niveau de la mer. — Illetas (Palma de Majorque).

2. — Côte basse rocheuse; encorbellement réduit; mares; personnages sur plate-forme immergée. — Coves Blanques (côte Nord-Ouest d'*Ibiza*).

(*Clichés René Frécaut.*)

ZONE LITTORALE DES ILES BALÉARES

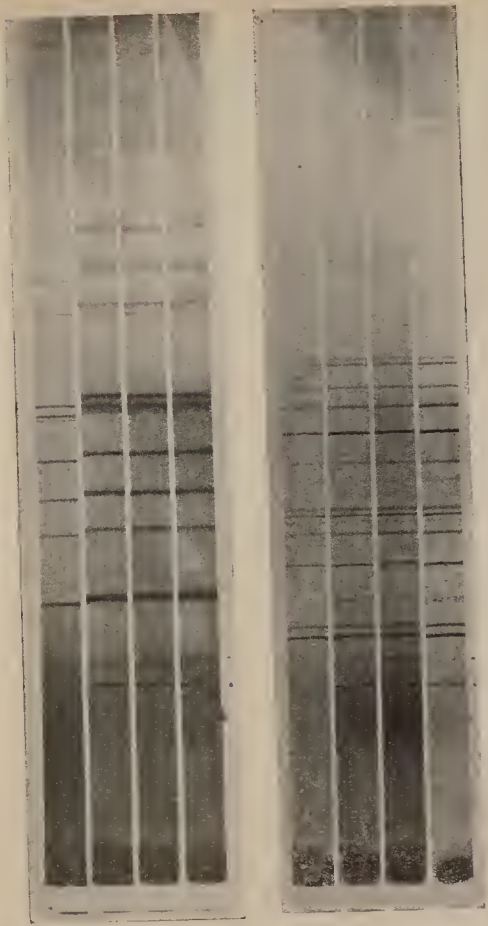
3. — Mares étagées, larges chenaux en communication avec la mer située à droite de la photo. — Coves Blanques (côte Nord-Ouest d'*Ibiza*).

4. — Lapiés; encorbellement prononcé. — Cala Bassa (côte Ouest d'*Ibiza*).

(*Clichés René Frécaut.*)

Source : MNHN, Paris

ZONE LITTORALE DES ILES BALÉARES



DIAGRAMMES DE RAYONS X.

a1 — Calcite précipitée
a2 — *Jania rubens*
a3 — *Corallina mediterranea*
a4 — *Corallina officinalis*
b1 — Aragonite naturelle (Hongrie)
b2 — *Halimeda Tuna*
b3 — *Padina pavonia*
b4 — *Peyssonelia polymorpha*

NOTULES ALGOLOGIQUES

Cette rubrique réunit de courtes notes sans illustrations ni références bibliographiques. Elle permettra aux auteurs de publier des observations nouvelles ne se prêtant pas à un long développement, notamment celles concernant l'écologie ou la biogéographie des Algues, ou de prendre date avant la parution d'un travail plus complet.

■

Métaphyton et Plocon.

Dans le premier fascicule du tome 3 de la *Revue Algologique*, P. Bourrelly a donné une analyse de mon mémoire « Die Algenhesiedlung einiger Seen um Bremen und Bremerhaven » (Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven, 4, p. 221-283, 1956). Il a comparé le nouveau terme « Métaphyton » que j'ai introduit récemment à celui de « Plocon » employé par Margalef. Au cours de la correspondance qui s'en suivit, P. Bourrelly m'a invité à donner aux lecteurs de la Revue, une étude comparée des deux termes.

En 1955, Margalef dans son ouvrage, « Los organismos indicadores en la limnologia », donne une vue synthétique des diverses biocénoses qu'il découvre dans les eaux continentales. Il y définit de plus la biocénose du « plocon » comme étant constituée par les touffes d'algues macroscopiques fixées ou flottantes. De cette biocénose fonl aussi partie les petites formes végétales ou animales, épiphytes ou libres, mobiles ou immobiles. Le plocon, est, par conséquent, une biocénose typique comprenant les espèces se trouvant côte à côte au même endroit, vivant en général dans les mêmes conditions de milieu, mais ne s'adaptant pas de la même façon à ces conditions communes.

Le « métaphyton » groupe les petites algues et flagellés non fixés, mobiles ou immobiles, pour la plupart unicellulaires ou coloniaux, qui vivent dans les toulfes ou prairies submergées d'algues plus grosses, ou entre les feuilles et les tiges des mousses et des plantes supérieures immergées.

Tout d'abord ce lerme fut créé comme une expression commode englobant les Desmidiées, les Chlorococcales, les Flagellés et formes voisines, lesquels tout en vivant en un même lieu et en ne jouant qu'un rôle mineur dans la production biologique des collections d'eau, sent très importants comme indicateurs écologiques. Mais il apparaît que ce terme exprime une unité écologique. Cependant le métaphyton n'est pas une biocénose, car ses représentants ne vivent pas toujours ensemble, mais le plus souvent croissent parmi des algues d'un autre caractère. En revanche les

métaphytes se caractérisent par un même processus d'adaptation au milieu. Ils vivent isolés parmi les plantes plus grandes qui leur offrent une certaine protection contre les mouvements de l'eau, la dessiccation, ou l'enlisement. Ils ne sont pas fixés et de ce fait n'ont pas besoin, comme la plupart des épiphytes, de former des stades mobiles spéciaux pour changer de lieu, et ils se contentent d'un cycle vital très simple. Mais cet avantage est payé par une perte considérable d'individus, perte due à leur mobilité restreinte s'ils sont déportés dans des endroits défavorables par les mouvements de l'eau. Je voudrais appeler « Lebensformen » (types biologiques) ces groupes de plantes qui ont les mêmes types d'adaptation à certains milieux, élargissant ainsi le terme introduit par Raunkiaer pour les plantes supérieures quant à leur adaptation au rythme des saisons. Donc le métaphyton est aussi une « Lebensform ». En général, aussi bien chez les plantes supérieures que chez les Algues, des représentants de types biologiques divers vivent ensemble dans une biocénose. On comprend ainsi la relation qui existe entre plocon et métaphyton.

La parenté des deux termes provient du fait que presque toujours on rencontre du métaphyton dans les touffes du plocon. Mais dans ce cas, le métaphyton n'est quantitativement, qu'une partie minime du plocon. D'autre part le métaphyton n'est pas lié uniquement au plocon, mais il se rencontre aussi — tout comme les types biologiques de Raunkiaer — dans d'autres biocénoses, parmi les mousses, les Characées, les Phanérogames.

Nous conclurons en disant simplement que les deux termes plocon et métaphyton sont hétérogènes car ils appartiennent à deux classes différentes de notions biologiques.

K. Behre.

BIBLIOGRAPHIE

Les conditions actuelles de l'imprimerie ne permettant plus d'envisager la parution d'une Bibliographie Algologique méthodique comme dans la première série de cette revue, il ne sera publié que des indications bibliographiques concernant les ouvrages importants ou les mémoires d'intérêt général. Les lecteurs de langue française peuvent trouver un complément d'information dans la « Bibliographie » paraissant en annexe au « Bulletin de la Société botanique de France » et dans le « Bulletin analytique » publié par le Centre National de la Recherche Scientifique.

■

CHADEFAUD M. — Les Champignons et les Algues. — *Ann. Univ. Paris*. **27**, 1, p. 5-22, 1957.

L'auteur donne dans ce court mémoire une synthèse simple et précise de ses travaux sur la phylogénie des Champignons et des Algues. Il montre le polyphylétisme profond des Algues : ainsi dans les 4 grands phylums, Cyanophycées, Rhodophycées, Chromophycées et Chlorophycées, on retrouve les mêmes types morphologiques. Il indique et caractérise ces principaux types: archéthalle, protothalle, thalle à cladomes, thalle siphoné, thalle coccoïde et monadoïde. L'auteur transpose ses idées dans le domaine de la mycologie. Il montre que les Phycomycètes ou Champignons à zoospores forment un faisceau de phylums opposé au groupe des Mycomycètes (Zygo-, Asco-, et Basidiomycètes) dépourvus de cellules nageuses. Le premier de ces groupes a peut-être une origine chromophycéenne, tandis que les Mycomycètes ont sans doute un ancêtre commun avec les Rhodophycées-Floridées.

Voici une mise au point qui satisfaira pensons-nous les Algologues, mais que diront les Mycologues? — P. BY.

BLUM J. L. — An ecological Study of the Algae of the Saline River, Michigan. — *Hydrobiologia*, **9**, 4, p. 361-408, 9 fig., 1957.

L'auteur suit pendant 18 mois, l'évolution des populations algales dans une petite rivière américaine du Michigan depuis sa source jusqu'à son embouchure. Ce cours d'eau de 65 km. de long, malgré son nom, est constitué par de l'eau douce.

Dans la partie supérieure de la rivière, l'eau est pure, alcaline, riche en bicarbonate. On y reconnaît un groupement permanent d'algues imprégnées de calcaire avec *Phormidium*, *Schizothrix* et *Audouinella*. Au printemps apparaît une poussée de *Cladophora glomerata*, tandis qu'en hiver, les Diatomées *Gomphonema olivaceum* et *Diatoma vulgare* deviennent dominantes et sont accompagnées de *Batrachospermum Boryanum* et *Ulothrix tenuissima*.

Après la traversée des villes de Saline et de Milan, l'eau de la rivière est fortement polluée et très chargée en chrome (pollution industrielle). La flore algale du cours supérieur disparaît et une végétation riche en *Stigeoclonium tenue* la remplace.

En été, abondance de *Nitzschia palea* et de *Sphaerotilus natans*. Dans les autres saisons *Stigeoclonium*, *Tetraspora*, *Spirogyra*, *Navicula atomus* deviennent dominants. Un certain nombre d'espèces d'Euglènes et de Diatomées supportent bien la présence des ions toxiques de chrome.

Source : INHN Paris

A côté de cette intéressante étude, signalons du même auteur, une mise au point sur les algues d'eau courante : « The ecology of River Algae », *Bot. Rev.*, 22, 5, p. 291-341, 1956 où sont dépouillés et analysés 243 travaux récents.

Dans cette synthèse, dont voici les têtes de chapitres : classification, écologie des algues de rivière — Composition de la flore — facteurs écologiques — productivité et eutrophisation — distribution dans le temps — distribution dans l'espace, une place importante est faite à l'écologie des algues benthiques des eaux courantes.

Ces travaux offrent donc un vif intérêt car ils nous ouvrent de nouvelles perspectives dans un domaine trop souvent négligé. — P. By.

Florin M. B. — Plankton of fresh and brackish waters in the Södertäge Area. — *Act. phytogeogr. Suecica*, **37**, 144 p., 20 pl., 35 fig., 1957.

L'auteur étudie la biologie et la systématique d'une douzaine de lacs et de fjords de la région située au Sud-Ouest de Stockholm. Ces lacs forment 3 groupes : 1°) ceux des hautes terres, aux environs de 60 m. d'altitude; 2°) ceux des basses terres, de 28 à 30 m. d'altitude; 3°) les lacs communiquant avec la Baltique et situés au niveau de la mer. On trouve sur les plateaux des lacs oligotrophes du type calédonien, à eau acide, tandis que les lacs de plaine sont plus alcalins, eutrophes et du type baltique. On remarque que le taux des Chlorures va croissant à mesure que l'on se rapproche du domaine baltique.

Dans les fjords étudiés, la salinité reste faible et varie entre 1,5 à 3,5 ‰; elle est cependant suffisante pour permettre l'installation de formes d'eau saumâtre (Péridiniens et Diatomées).

L'auteur donne toute une série d'analyses physiques et chimiques d'eau des lacs et précise l'histoire géologique de ces lacs par l'étude des sédiments.

Pour chaque collection d'eau, nous avons les données géographiques et physico-chimiques, la liste des macrophytes, les algues des groupements phytoplanctoniques, et ceci à diverses périodes de l'année.

Les communautés algales sont choisies en concordance avec celles que préconise Thunmark dans ses travaux.

Il faut signaler un important et intéressant chapitre sur les Diatomées d'eau saumâtre. Enfin ce beau mémoire se termine par des notes systématiques où sont proposées quelques nouvelles combinaisons dans le genre *Staurodesmus*. Photographies de lacs et microphotographies de phytoplankton particulièrement soignées illustrent très agréablement cette importante contribution à la connaissance des lacs de Suède.

P. By.

MNHN Paris

TABLE DU TOME III

I. — ARTICLES ORIGINAUX

André F. — Florule hivernale de la Ria de Vigo 135
Bourrelly P. — Un nouveau genre de Xanthophycées d'eau douce de la forêt de Sénart : *Chadefaudiothrix* 97
Dao S. — Recherches caryologiques chez le *Neomeris annulata* Dickie 192
Demalsy P. — Monstruosités nouvelles dans le genre *Alaria* (Phaeophyceae) 175
Desikachary T. V. — On a *Liagoropsis* from Andamans 51
Feldmann J. — F. Börgesen (1866-1956), notice biographique 2
Fjerdingstad E. — Some samples of Algae from Ströms and Vaagö (the Faeroes) 63
Herbst F. — Contribution à l'étude cytologique de quelques Cyanophycées. 147
Hortobagyi T. — La représentation graphique des microphytocoénoses 57
Lund J. W. G. — Four new green Algae 26
Magne F. — Sur le *Myriogramme minuta* Kylin 16
Manguin E. — Premier inventaire des Diatomées de la Terre Adélie, Antarctique. Espèces nouvelles 111
Messikommer E. — Beitrag zur Kenntnis der Algenflora der Dombes 71
Pouchous M.-L. de. — Récoltes algologiques dans trois Etangs de Lorraine. 94
Voigt M. — Note sur le genre *Diatomella* Grev 68
Walter-Lévy L., Fréchaut R. et Strauss R. — Contribution à l'étude de la zone littorale des îles Baléares. Biologie et chimie des Algues calcaires. Formes du relief qui leur sont liées 202

II. — NOTULES ALGOLOGIQUES

Behre K. — Métaphyton et Plocon 232
Bourrelly P. — Trois algues microscopiques marines des environs de Dinard 168
Doignon P. — Histoire et bibliographie des recherches algologiques dans le Massif de Fontainebleau 103
Serpette M. — Quelques Cyanophycées d'eau profonde en Méditerranée ... 45

Table des noms d'Auteurs dont les Trovoux sont anolysés dons la Bibliographie

Abbott B. C. 47
Ballatine D. 47
Behre K. 47
Blum J. L. 231-232
Chadefaud M. 231
Drawert H. 47
Florin M. B. 232
Hirose H. 46
Johnson L. P. 172
Jurilj A. 171-172
Kornmann P. 46
Kuckuck P. 47
Kylin H. 106-108
Magne F. 46
Metzner I. 47
Pringsheim E. G. 170-171

Le Gérant : R. Lami. — Imp. Monnoyer, Le Mans.

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NAT.